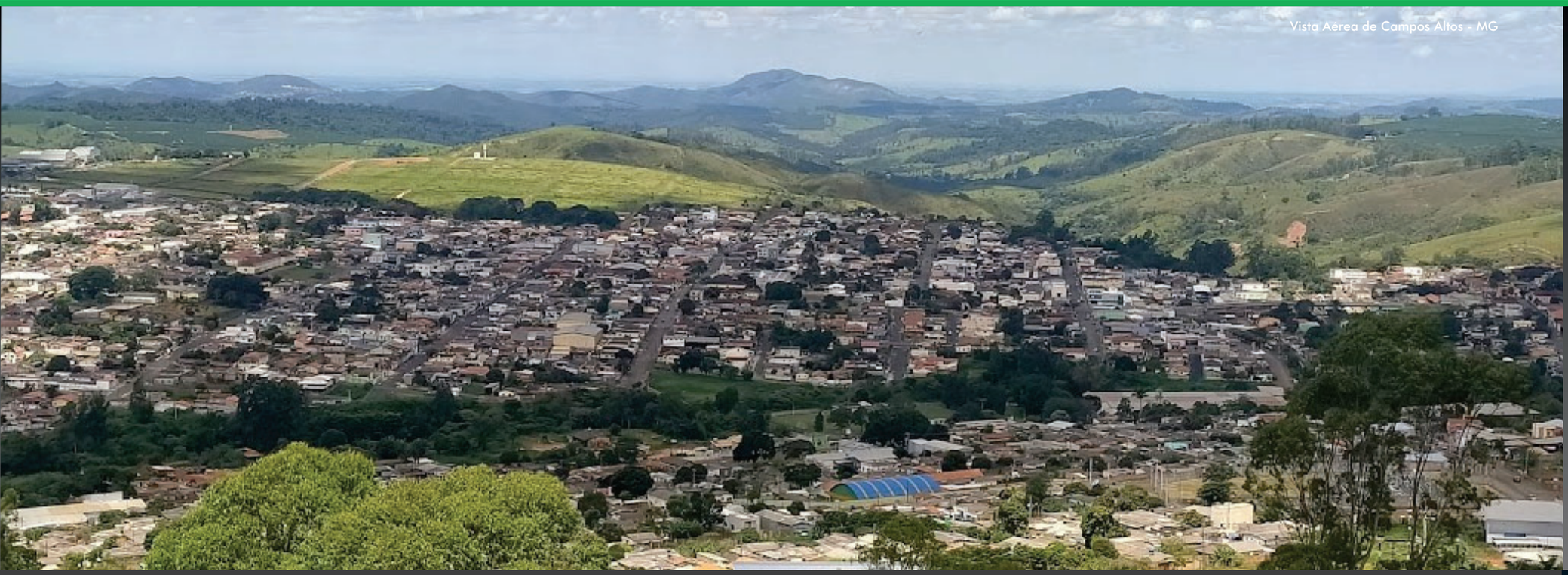


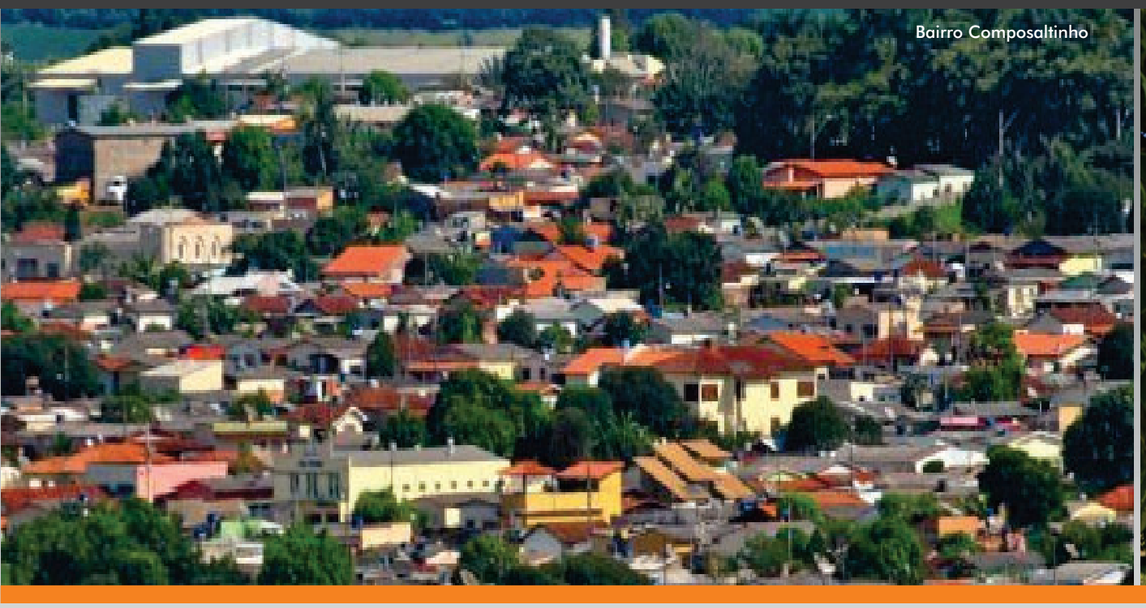
Vista Aérea de Campos Altos - MG

MUNICÍPIO DE
CAMPOS
ALTOS

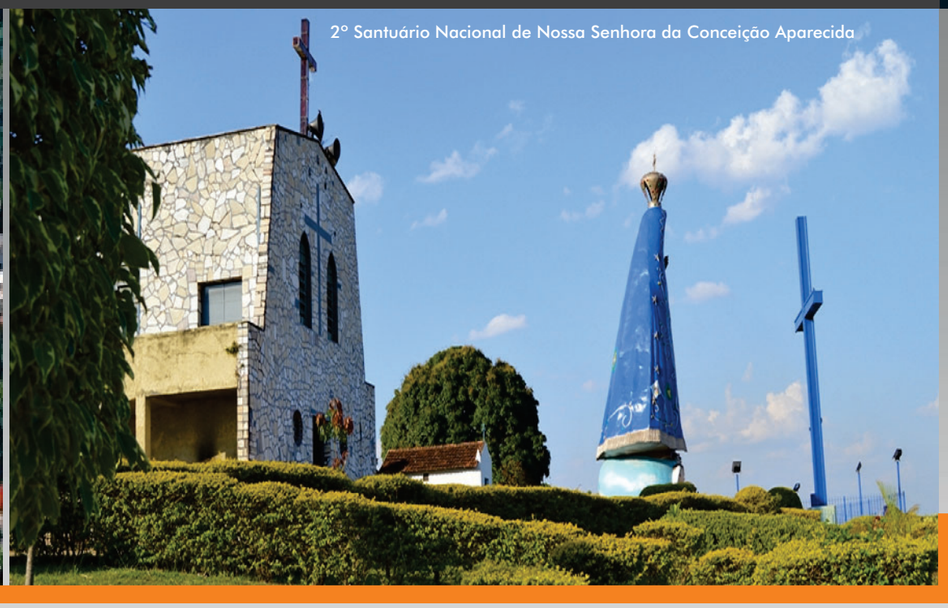
EDITAL DE CONCORRÊNCIA PÚBLICA
CONCORRÊNCIA Nº 01/2023
PROCESSO Nº 34/2023

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

PROPOSTA TÉCNICA



Bairro Composaltinho



2º Santuário Nacional de Nossa Senhora da Conceição Aparecida

ORBIS
AMBIENTAL

ÍNDICE DA PROPOSTA TÉCNICA

ÍNDICE DA PROPOSTA TÉCNICA

CARTA DE APRESENTAÇÃO.....005 a 006

TÓPICO 1: PROPOSIÇÕES PARA O SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA.....007 a 156

1.a) Manancial(is) a ser(em) Explorado(s).....014 a 043

1.a.1. Relação, Localização e Descrição dos Mananciais que serão Utilizados para Abastecimento Público de Água ..... 015 a 022

1.a.2. Avaliação dos Aspectos Ambientais Relacionados a(os) Manancial(is) a ser(em) Explorado(s) ... 022 a 024

1.a.3. Descrição dos Parâmetros Qualitativos da Água Bruta ..... 024 a 031

1.a.4. Apresentação de Parâmetros Quantitativos de Disponibilidade Hídrica..... 031 a 043

1.b) Captação e Adução de Água Bruta .....044 a 091

1.b.1. Relação e Localização das Unidades que serão Utilizadas para o Abastecimento Público de Água 045 a 052

1.b.2. Descrição Física das Unidades que serão Utilizadas para o Abastecimento Público de Água ..... 053 a 061

1.b.3. Estado de Conservação das Infraestruturas que serão Utilizadas para o Abastecimento Público . 061 a 064

1.b.4. Proposições de Soluções para os Problemas Críticos..... 064 a 065

1.b.5. Apresentação dos Critérios de Dimensionamento..... 065 a 091

1.c) Estação de Tratamento de Água e Estações Elevatórias de Água Tratada .....092 a 112

1.c.1. Relação e Localização das Unidades que serão Utilizadas para o Abastecimento Público de Água 093 a 098

1.c.2. Descrição Física das Unidades que serão Utilizadas para o Abastecimento Público de Água ..... 098 a 099

1.c.3. Estado de Conservação das Infraestruturas que serão Utilizadas para o Abastecimento Público de Água ..... 100 a 104

1.c.4. Proposição de Soluções para os Problemas Críticos ..... 105 a 108

1.c.5. Apresentação dos Critérios de Dimensionamento ..... 108 a 112

1.d) Reservação.....113 a 125

1.d.1. Relação e Localização das Unidades que serão Utilizadas para o Abastecimento Público de Água 114 a 119

1.d.2. Descrição Física das Unidades que serão Utilizadas para o Abastecimento Público de Água 119

1.d.3. Estado de Conservação das Infraestruturas que serão Utilizadas para o Abastecimento Público de Água 120

1.d.4. Proposição de Soluções para os Problemas Críticos..... 121 a 122

1.d.5. Apresentação dos Critérios de Dimensionamento..... 122 a 125

1.e) Redes de Distribuição, Ligações Prediais e Hidrometração ..... 126 a 151
1.e.1. Avalição dos Aspectos Operacionais da Infraestrutura que será Utilizada para o Abastecimento Público de Água ..... 127 a 128
1.e.2. Proposição de Soluções para os Problemas Críticos ..... 128 a 146
1.e.3. Descrição das Unidades que serão Utilizadas para o Abastecimento Público de Água ..... 147 a 151

1.f) Cronograma Físico das Soluções e Obras Propostas para o Sistema de Abastecimento de Água ..... 152 a 156
1.f.1. Cronograma Físico das Soluções e Obras Propostas para o Sistema de Abastecimento de Água com a Previsão do Início e Término das Obras..... 153 a 154
1.f.2. Croqui/Fluxograma dos Sistemas de Abastecimento de Água Propostos ..... 155 a 156

TÓPICO 2: PROPOSIÇÕES PARA O SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO..... 157 a 283

2.a) Bacias de Contribuição e Esgotamento ..... 159 a 173
2.a.1. Identificação, Delimitação e Descrição das Bacias de Esgotamento Propostas..... 160 a 166
2.a.2. Definição dos Sistemas de Esgotamento Sanitário Propostos ..... 167 a 173

2.b) Redes Coletoras e Ligações Prediais..... 174 a 210
2.b.1. Avaliação das Infraestruturas que serão Utilizadas no Sistema de Esgotamento Sanitário ..... 175 a 177
2.b.2. Proposição de Soluções para os Problemas Críticos ..... 177 a 184
2.b.3. Descrição das Unidades que serão Utilizadas no Sistema de Esgotamento Sanitário ..... 184 a 210

2.c) Interceptores e Emissários ..... 211 a 230
2.c.1. Proposição de Soluções para os Problemas Críticos ..... 212 a 213
2.c.2. Apresentação dos Critérios de Dimensionamento ..... 213 a 224
2.c.3. Relação e Localização das Unidades que serão Utilizadas no Sistema de Esgotamento Sanitário. 225 a 228
2.c.4. Descrição Física das Unidades que serão Utilizadas no Sistema de Esgotamento Sanitário..... 229 a 230

2.d) Estação de Tratamento de Esgoto e Estação Elevatória de Esgoto..... 231 a 264
2.d.1. Proposição de Soluções para os Problemas Críticos ..... 232 a 235
2.d.2. Apresentação dos Critérios de Dimensionamento..... 235 a 256
2.d.3. Descrição da Localização das Unidades que serão Utilizadas no Sistema de Esgotamento Sanitário ..... 256 a 258
2.d.4. Descrição Física das Unidades que serão Utilizadas no Sistema de Esgotamento Sanitário ..... 259 a 264

2.e) Corpo Receptor ..... 265 a 278
2.e.1. Descrição do(s) Corpo(s) Receptor(es) que serão Utilizados para o Lançamento de Efluentes Tratados ..... 266 a 268
2.e.2. Avaliação dos Aspectos Ambientais Relacionados ao Corpo Receptor..... 268 a 271
2.e.3. Caracterização do(s) Corpo(s) Receptor(es) Quantitativamente e Qualitativamente ..... 271 a 278

2.f) Cronograma Físico das Soluções e Obras Propostas para o Sistema de Esgotamento Sanitário ..... 279 a 283
2.f.1. Cronograma Físico das Soluções e Obras Propostas para o Sistema de Esgotamento Sanitário com a Previsão do Início e Término das Obras..... 280 a 281
2.f.2. Croqui/Fluxograma dos Sistemas de Esgotamento Sanitário Propostos ..... 282 a 283

TERMO DE ENCERRAMENTO ..... 284 a 285

MINAS GERAIS
Rua Ministro Orozimbo Nonato, nº 102, sala 609, Torre A, Vila da Serra, Nova Lima/MG – CEP 34.006-053
Tel.: (55 31) 3036-6300 – E-mail: licitacao@orbisambiental.eco.br

CARTA DE APRESENTAÇÃO

À

PREFEITURA MUNICIPAL DE CAMPOS ALTOS

Departamento de Licitações

Rua Cornélia Alves Bicalho, 401 – Centro

Campos Altos - MG

REF.: EDITAL DE CONCORRÊNCIA PÚBLICA Nº 01/2023

PROCESSO Nº 34/2023

ASSUNTO: **CARTA DE APRESENTAÇÃO DA PROPOSTA TÉCNICA**

Prezados Senhores,

Para a realização dos serviços objeto do presente Edital, a ORBIS AMBIENTAL S.A., com sede no Município de Nova Lima, Estado de Minas Gerais, na Rua Ministro Orozimbo Nonato, nº 102, sala 609, Torre A, Bairro Vila da Serra, CEP: 34006-053, inscrita no CNPJ/MF sob nº 06.984.726/0001-92, neste ato através de seu representante legal ao final assinado, apresenta a seguir, sua **Proposta Técnica** referente à Concessão da Prestação dos Serviços Públicos de Abastecimento de Água e de Esgotamento Sanitário no Município de Campos Altos – MG, conforme preceitua o edital de licitação em referência.

Sendo o que se apresenta para o momento, coloca-se à inteira disposição de V.Sas., para quaisquer esclarecimentos que se fizerem necessários.

Atenciosamente,

Nova Lima/MG, 08 de setembro de 2023.

ORBIS AMBIENTAL S/A
Sebastião da Costa Pereira Neto
Ident. nº 831004615 CREA/RJ
CPF nº 469.801.487-53
Diretor/Engenheiro Civil Responsável Técnico

ORBIS AMBIENTAL S/A
Neiber Rodrigues da Silva
Ident. 210.392.320.025 SSP/MA
CPF nº 729.048.286-72
Procurador

Este documento foi assinado digitalmente por Sebastiao Da Costa Pereira Neto e Neiber Rodrigues Da Silva.
Para verificar as assinaturas vá ao site https://vital.portaldeassinaturas.com.br:443 e utilize o código 1264-E506-FAE6-727E.

Este documento foi assinado digitalmente por Sebastiao Da Costa Pereira Neto e Neiber Rodrigues Da Silva.
Para verificar as assinaturas vá ao site https://vital.portaldeassinaturas.com.br:443 e utilize o código 1264-E506-FAE6-727E.

TÓPICO 1:
PROPOSIÇÕES PARA O SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

TÓPICO 1

PROPOSIÇÕES PARA O SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

O Serviço de Abastecimento de Água do Município de Campos Altos é atualmente prestado pela Companhia de Saneamento de Minas Gerais – COPASA, por meio de Contrato de Concessão firmado em 12/agosto/1982, vencido em 12/fevereiro/2012 e prorrogado conforme cláusula 20 do referido Contrato, que previa sua prorrogação por mais 10 anos, e assim sucessivamente, caso nenhuma das partes o denunciasse após o prazo original ou prorrogado.

Todavia, conforme disposições do Art. 10 da Lei Federal 14.026, de 15/julho/2020, "a prestação dos serviços públicos de saneamento básico por entidade que não integre a administração do titular depende da celebração de contrato de concessão, mediante prévia licitação". Ainda, conforme Art. 11-B § 8º, os contratos "vigentes prorrogados em desconformidade com os regramentos estabelecidos nesta Lei serão considerados irregulares e precários". Dessa forma, o Poder Municipal, titular dos serviços públicos de saneamento, vem, por meio desta licitação, promover a regularização da situação contratual, com vistas a estabelecer as ações de investimentos necessárias à continuidade da prestação do serviço público.

De acordo com o disposto no Termo de Referência, Anexo V do Edital da presente licitação, a Área de Abrangência da Concessão dos Serviços Públicos de Abastecimento de Água e de Esgotamento Sanitário, deverá contemplar as seguintes áreas urbanas do Município de Campos Altos:

- Distrito Sede;
- Distrito de São Jerônimo dos Poções.

As figuras apresentadas mais adiante mostram a localização dos referidos distritos.

Em comum acordo entre o Poder Concedente e a Concessionária, outras localidades poderão ser incorporadas à Área de Abrangência ao longo da execução do Contrato de Concessão.

Figura 1: Localização da Área de Abrangência da Concessão – Distrito Sede e Distrito de São Jerônimo dos Poções

Figura 2: Área Urbana do Distrito Sede de Campos Altos

Figura 3: Área Urbana do Distrito de São Jerônimo dos Poções

Os principais indicadores técnicos, operacionais e administrativos do Sistema de Abastecimento de Água de Campos Altos, conforme dados divulgados no Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), em 2021, são apresentados na tabela a seguir.

Tabela 1: Indicadores do Sistema de Abastecimento de Água de Campos Altos

INFORMAÇÕES TÉCNICAS – ABASTECIMENTO DE ÁGUA		ANO DE REFERÊNCIA
INDICADOR	**UNIDADE**	**2021**
População total atendida com abastecimento de água	habitante	12.311
Quantidade de ligações ativas de água	ligação	4.914
Quantidade de economias ativas de água	economia	5.109
Quantidade de ligações ativas de água micromedidas	ligação	4.914
Extensão da rede de água	km	75,40
Volume de água produzido	1.000 m³/ano	841,75
Volume de água tratado em ETA(s)	1.000 m³/ano	841,75
Volume de água micromedido	1.000 m³/ano	599,18
Volume de água consumido	1.000 m³/ano	599,21
Volume de água faturado	1.000 m³/ano	599,11
Volume de água macromedido	1.000 m³/ano	841,75
Quantidade de economias residenciais ativas de água	economia	4.611
Quantidade de economias ativas de água micromedidas	economia	5.109
Volume micromedido nas economias residenciais ativas de água	1.000 m³/ano	547,51
Quantidade de ligações totais de água	ligação	5.303
Quantidade de economias residenciais ativas de água micromedidas	economia	4.611
População urbana atendida com abastecimento de água	habitante	12.311

O Sistema de Abastecimento de Água de Campos Altos conta com 01 unidade de Captação Superficial, localizada no Córrego Engenho da Serra, 08 Reservatórios Ativos, 03 Reservatórios em construção, 06 Estações Elevatórias de Água (EEATs), 02 Boosters e 01 Estação de Tratamento de Água (ETA).

A figura a seguir ilustra, de forma esquemática, o Sistema de Abastecimento de Água de Campos Altos.

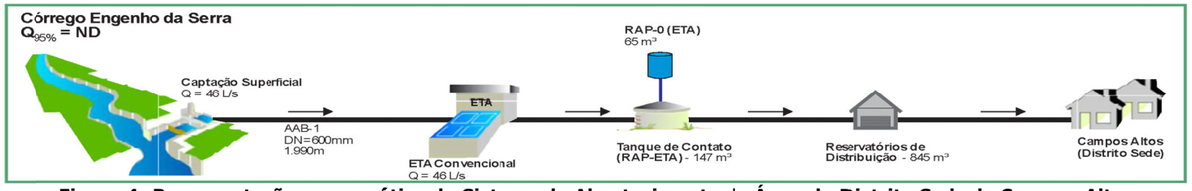


Figura 4: Representação esquemática do Sistema de Abastecimento de Água do Distrito Sede de Campos Altos

As proposições para o Sistema de Abastecimento de Água de Campos Altos, doravante denominado SAA de Campos Altos, são consolidadas neste tópico da Proposta Técnica sob a forma de Plano de Trabalho, contendo o planejamento de todas as obras e ações necessárias ao atendimento das demandas e metas previstas ao longo da Concessão.

Tal Plano de Trabalho, contemplando o detalhamento desse planejamento, está apresentado na sequência, descrevendo, dimensionando, especificando e quantificando as ações e obras necessárias, com as respectivas justificativas em função dos objetivos e metas a serem alcançadas, mediante a abordagem dos seguintes itens:

- Manancial(is) a ser(em) Explorado(s);
- Captação e Adução de Água Bruta;
- Estação de Tratamento de Água e Estações Elevatórias de Água Tratada;
- Reservação;
- Redes de Distribuição, Ligações Prediais e Hidrometração;
- Cronograma Físico das Soluções e Obras Propostas para o Sistema de Abastecimento de Água.

1.a) Manancial(is) a ser(em) Explorado(s)

1.a) Manancial(is) a ser(em) Explorado(s)

Dando início à apresentação das proposições da ORBIS AMBIENTAL para o SAA de Campos Altos, está demonstrado neste item o planejamento concebido para as ações e intervenções voltadas para o(s) manancial(is) a ser(em) explorado(s) ao longo da Concessão, contemplando:

- Relação, Localização e Descrição dos Mananciais que serão Utilizados para Abastecimento Público de Água;
- Avaliação dos Aspectos Ambientais Relacionados ao(s) Manancial(is) a ser(em) Explorado(s);
- Descrição de Parâmetros Qualitativos da Água Bruta;
- Apresentação de Parâmetros Quantitativos de Disponibilidade Hídrica.

1.a.1. Relação, Localização e Descrição dos Mananciais que serão Utilizados para Abastecimento Público de Água

O Município de Campos Altos está inserido na Bacia Hidrográfica do Rio Araguari, que tem sua nascente no Município São Roque de Minas, dentro do Parque Nacional da Serra da Canastra, a uma altitude de 1.327 m. Um rio de Cerrado que tem seu curso meandrante, de 475 km de extensão, segue sentido noroeste de sua nascente, com corredeira de pedras e desenhando *canyons* na paisagem. Sua foz ocorre no Rio Paranaíba, no Lago das Brisas, divisa dos Estados de Minas Gerais e Goiás, na altitude de 506 m.

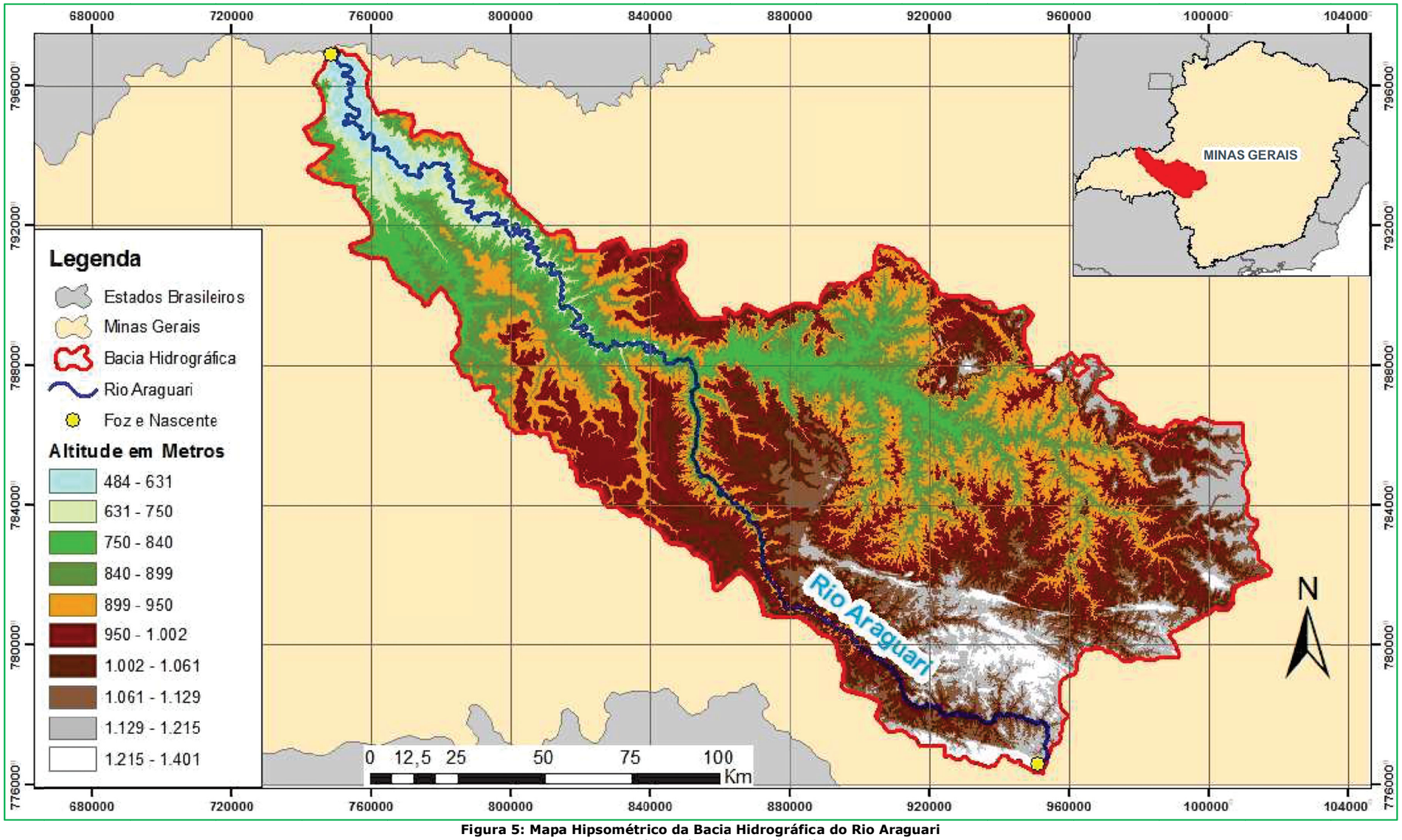


Figura 5: Mapa Hipsométrico da Bacia Hidrográfica do Rio Araguari
Fonte: Embrapa (2014), IBGE (2014).

É um rio de grande potencial energético devido ao seu volume de água, a dinâmica de transporte de carga suspensa e relevo acidentado, onde é possível instalar usinas hidrelétricas. Neste existem 5 Usinas Hidrelétricas – UHE: Capim Branco I e II, Miranda, Nova Ponte e Macacos. Seus principais afluentes são: Rio Uberabinha, Ribeirão das Furnas, Rio Claro, Rio Quebra Anzol, Rio Galheiro, Rio Misericórdia e Rio do Inferno.

A Bacia Hidrográfica do Rio Araguari constitui uma bacia maior, a Bacia Hidrográfica do Rio Paranaíba que é dividida em 3 bacias menores, a Bacia Hidrográfica do Rio Dourados e a Bacia Hidrográfica dos Afluentes Mineiros do Baixo Paranaíba.

A Bacia Hidrográfica do Rio Paranaíba está localizada a Oeste do território do Estado de Minas Gerais, inserida, parcialmente, nas Macrorregiões do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba. Sua área total é de 22.091 Km² (IGAM, 2014), influencia, aproximadamente, 1,2 milhão de pessoas divididas em 20 municípios: Araguari, Araxá, Campos Altos, Ibiá, Indianópolis, Iraí de Minas, Nova Ponte, Patrocínio, Pedrinópolis, Perdizes, Pratinha, Rio Paranaíba, São Roque de Minas, Sacramento, Santa Juliana, Serra do Salitre, Tapira, Tupaciguara, Uberaba e Uberlândia.

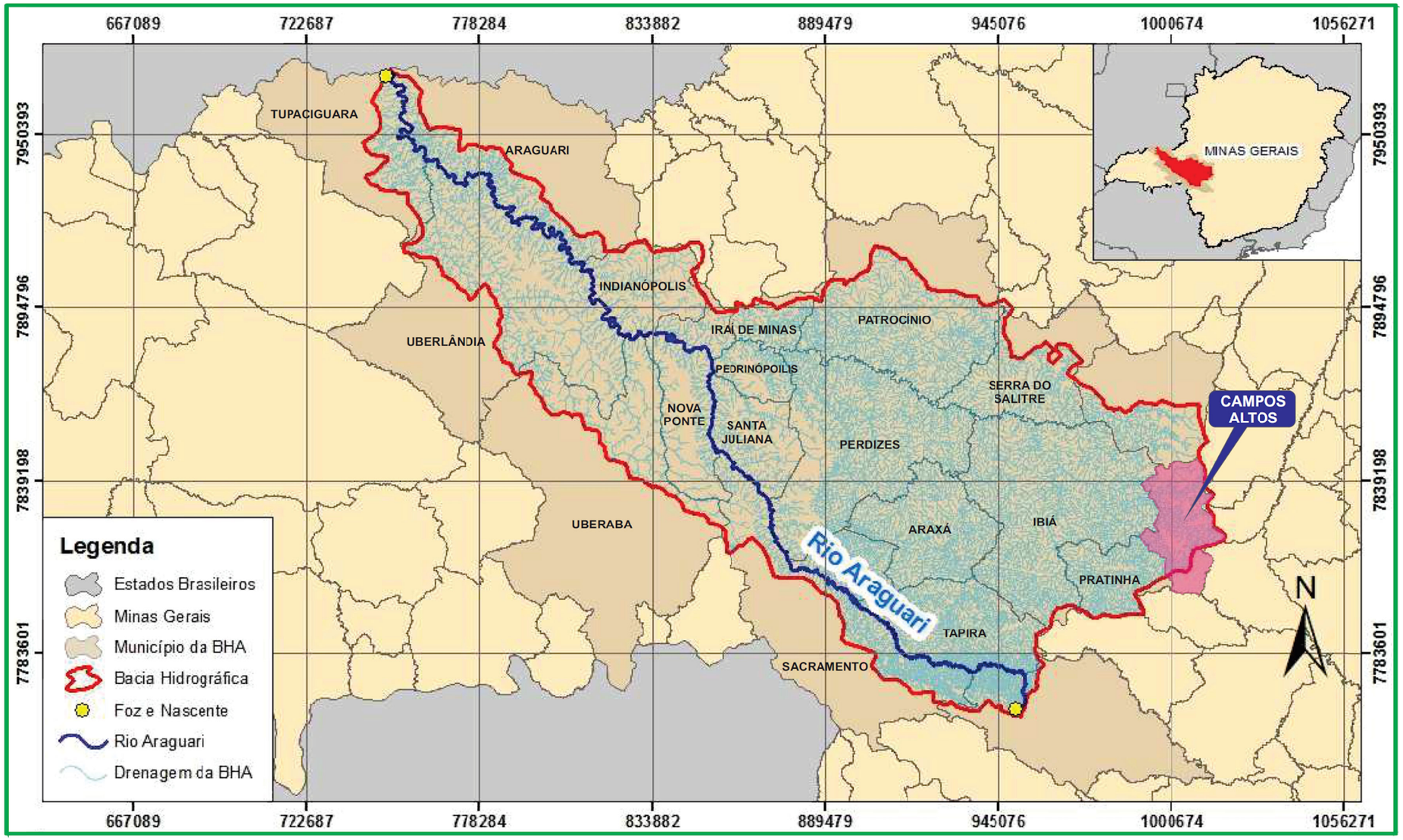


Figura 6: Municípios Integrantes da Bacia Hidrográfica do Rio Araguari
Fonte: ANA (2014), IBGE (2014).

A área da Bacia Hidrográfica do Rio Araguari apresenta um considerável número de cursos d'água superficiais, a porção oriental da bacia apresenta inúmeras nascentes destes que alimentam a bacia como um todo. Existe uma grande preocupação com a preservação destas e de seus cursos por ser uma região de grande potencial hídrico.

As porções do município que apresentam altitudes mais elevadas proporcionam vales encaixados de cursos d'água, marcando um relevo montanhoso, na porção que integra a Bacia do Rio São Francisco e relevo de mares de morros na porção da Bacia do Rio Paranaíba. As áreas com declividade acentuada formam belas paisagens no município, devido à morfologia de planaltos formam-se muitas cachoeiras e corredeiras.

1.a.1.1. Caracterização dos Mananciais de Superfície

A Mesorregião do Triângulo Mineiro/Alto do Paranaíba, onde se situa Campos Altos, é o território onde se localizam as nascentes do Rio Paraná e Rio São Francisco, dois dos principais rios brasileiros. Além dessas nascentes, a região contribui significativamente nas vazões desses rios com uma grande quantidade de cabeceiras de outros rios, ribeirões, córregos e outros cursos d'água. O município de Campos Altos está localizado no divisor de águas das bacias do Rio Paranaíba e Rio São Francisco. O município tem como principais corpos d'água: o Córrego Engenho da Serra/ Ribeirão Santa Teresa; Rio Misericórdia e Ribeirão Mutuca, indicados nas figuras a seguir.

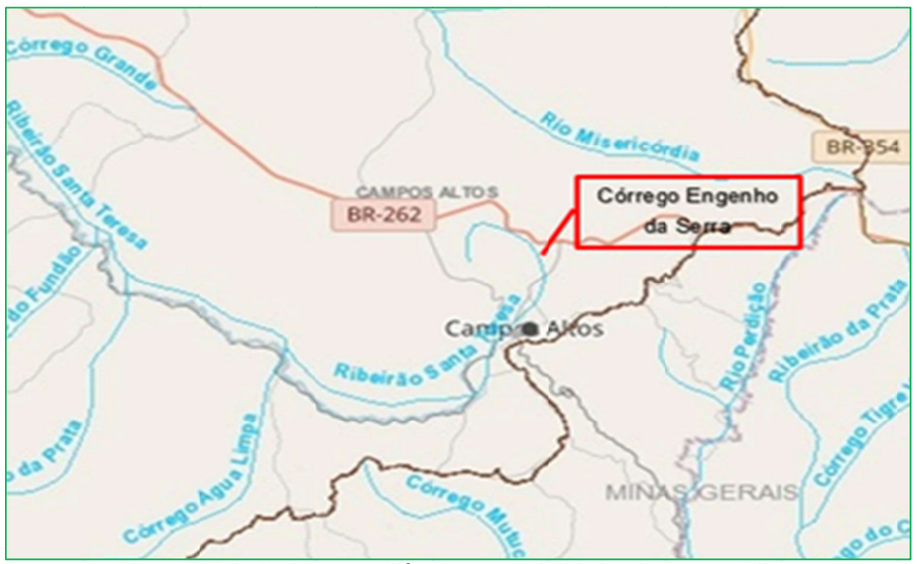


Figura 7: Principais cursos d'água nas proximidades de Campos Altos
Fonte: Agência Nacional das Águas

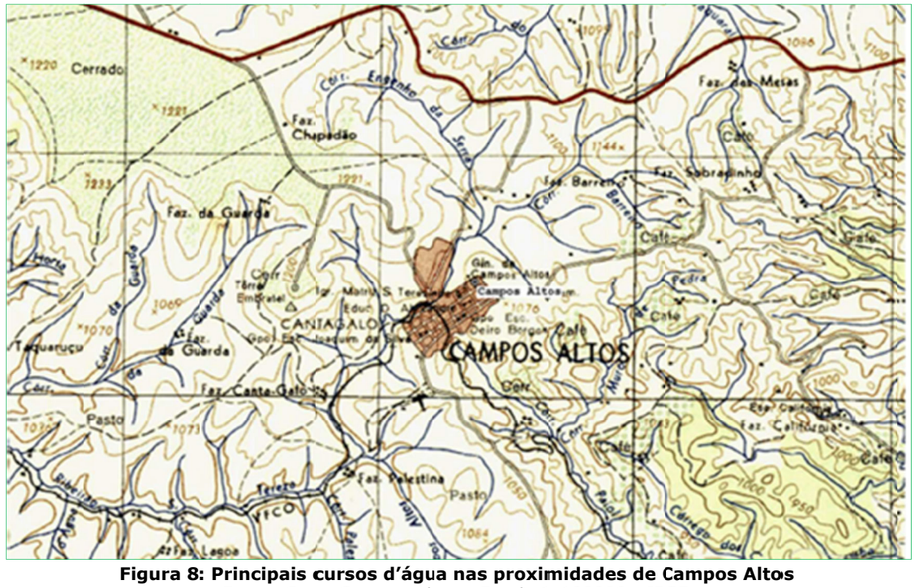


Figura 8: Principais cursos d'água nas proximidades de Campos Altos
Fonte: Carta Campos Altos – Escala 1:100000 - IBGE

No que se refere à gestão ambiental e de recursos hídricos, o Estado de Minas Gerais está dividido em dez Regiões de Planejamento. Tal divisão está apoiada no projeto de lei 1.590/93, porém, o critério só passou a vigorar com o Plano Plurianual de Ação Governamental (PPAG) 1996/1999, adotado em dezembro de 1995. Desde então, a nomeação destas regiões são: Central, Mata, Sul de Minas, Triângulo, Alto Paranaíba, Centro-Oeste de Minas, Noroeste de Minas, Norte de Minas, Jequitinhonha/Mucuri e Rio Doce.

O Município de Campos Altos se localiza na Região de Planejamento Alto Paranaíba; Divisão Regional Mesorregião Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba, na Microrregião Geográfica de Araxá.

O município encontra-se nas Unidades de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos do Rio Araguari – PN2 e Alto Rio São Francisco – SF1, sendo que a Sede e a maior parte do município, cerca de 609 Km², encontram-se na UPGRH – PN2.

Com relação aos mananciais utilizados para suprimento de água de Campos Altos, deve-se considerar que, com exceção de uma nascente localizada em propriedade particular utilizada para abastecimento do Distrito de São Jerônimo dos Poções, o único curso d'água empregado como manancial, e que o continuará sendo, é o Córrego Engenho da Serra, afluente do Ribeirão Santa Teresa.

Figura 9: Localização da Captação de Água Bruta existente no Ribeirão Santa Teresa
Fonte: Plataforma Google Earth, 2023

A atual captação se dá no referido curso d'água, por meio de barragem, como mostra a figura a seguir.

Figura 10: Vista da Captação de Água
Fonte: Equipe Técnica da Proponente, 2023

A vazão de captação inicial, de projeto, era igual a 57,0 L/s, porém conforme mencionado no Termo de Referência do Edital, por haver necessidade de manutenção e reforma no sistema instalado, a vazão de retirada está em torno de 46 L/s, valor que em períodos de estiagem chega a cair para 25 L/s.

Ainda, segundo o Termo de Referência do Edital, a Concessionária realizou um projeto de recomposição florestal nas proximidades do ponto de captação de água, recuperando voçorocas, contribuindo assim, com a preservação do recurso hídrico. A esse respeito mais adiante nesta proposta, relatam-se ações do programa "Pró-Mananciais" voltadas para preservação da qualidade das águas do manancial de Campos Altos.

1.a.1.2. Caracterização dos Mananciais Subterrâneos

Com relação às águas subterrâneas, o Município de Campos Altos, encontra-se inserido nas Unidades Embasamento Fraturado Indiferenciado – Fr e Areado – K1a, conforme mostram as figuras a seguir.

Figura 11: Carta Hidrográfica da Região do Município de Campos Altos
Fonte: CPRM (2015)

Classe	Granulares	Fraturadas	Cársticos	Q/s (m^3/hm)*	T (m^2/s)	K (m/s)	Vazão(m^3/h)	Produtividade **
(1)				≥ 4,0	≥ 10^{-2}	≥ 10^{-4}	≥ 100	Muito Alta: Fornecimentos de água de importância regional (abastecimento de cidades e grandes irrigações). Aquíferos que se destaquem em âmbito nacional.
(2)				2,0 ≤ Q/s < 4,0	10^{-3}≤T<10^{-2}	10^{-5}≤K< 10^{-4}	50 ≤ Q < 100	Alta: Características semelhantes à classe anterior, contudo situando-se dentro da média nacional de bons aquíferos.
(3)				1,0 ≤ Q/s < 2,0	10^{-4}≤T<10^{-3}	10^{-6}≤K<10^{-5}	25 ≤ Q < 50	Moderada: Fornecimento de água para abastecimentos locais em pequenas comunidades, irrigação em áreas restritas.
(4)				0,4 ≤ Q/s < 1,0	10^{-5}≤T< 10^{-4}	10^{-7}≤K< 10^{-6}	10 ≤ Q < 25	Geralmente baixa, porém localmente moderada: Fornecimentos de água para suprir abastecimentos locais ou consumo privado.
(5)				0,04 ≤ Q/s < 0,4	10^{-6}≤T< 10^{-5}	10^{-8}≤K< 10^{-7}	1 ≤ Q < 10	Geralmente muito baixa, porém localmente baixa: Fornecimentos contínuos dificilmente são garantidos.
(6)				< 0,04	< 10^{-6}	< 10^{-8}	< 1	Pouco Produtiva ou Não Aquífera: Fornecimentos insignificantes de água. Abastecimentos restritos ao uso de bombas manuais.

Modificada de Struckmeir & Margat, 1995
Valores válidos para teste de bombeamento de 12 horas e rebaixamentos máximos de 25 metros
* Na definição de classe de produtividade para os aquíferos cársticos e fraturados, utilizou-se apenas dados de vazão

Figura 12: Caracterização Hidráulica das Classes de Aquíferos
Fonte: CPRM Carta Hidrogeologia 2015

Domínio Hidrolitológico	Sigla da Unidade Estratigráfica	Nome da Unidade Estratigráfica		Litologia da Unidade Estratigráfica
Granular (Gr)	Ql	Depósito Litorâneo		areia, argila, silte e cascalho
	ENb	Formação Barreiras		arenito, conglomerado e argila
	Eta	Grupo Taubaté		areia, argila, arenito, conglomerado, diamictito e pelito
	K2b	Grupo Bauru		arenito, argilito e conglomerado
	K2Eit	Formação Itaqueri		arenito e arenito conglomerático
	J3K1bt	Formação Botucatu	Sistema Aquífero Guarani	quartzo-arenito
	P3T1p	Formação Pirambóia	Sistema Aquífero Guarani	folhelho, arenito fino e arenito síltico-argiloso
	P2T1pd	Grupo Passa Dois		folhelho, calcário, arenito e siltito
	P1p	Formação Palermo		arenito, siltito, siltito arenoso e folhelho
	P1tt	Formação Tatuí		siltito, calcário, silexito e arenito fino
	C2P1i	Grupo Itararé		arenito, diamictito, folhelho, ritmito, siltito e conglomerado
Carstico (K)	NPbc	Grupo Bambuí, unidade carbonática		calcarenito, calcário, metacarbonato e siltito
	PP1mig	Formação Gandarela		dolomito, itabirito e filito
Fraturado (Fr)	K1δsg	Formação Serra Geral		basalto e dacito
	NPbt	Grupo Bambuí, unidade terrígena		quartzito, metapelito, ardósia, arcóseo, arenito, ritmito, marga, folhelho, siltito e argilito
	Fr	Embasamento Fraturado Indiferenciado		granitóide, vulcânica, meta-vulcânica, metassedimento, gnaisse, migmatito, granulito, xisto e quartzito

Figura 13: Biblioteca de Unidades
Fonte: CPRM Carta Hidrogeologia 2015

❑ Embasamento Fraturado Indiferenciado (Fr)

- Características Litológicas: O Embasamento Fratura do Indiferenciado conforme aqui definido, engloba uma série de tipos litológicos, abrangendo ora metassedimentos, ora rochas do embasamento cristalino tais como granitos, rochas vulcânicas, meta vulcânicas, gnaisses, migmatitos, granulitos, xistos e quartzitos;

- Características Hidrogeológicas: Configura um meio heterogêneo, caracterizado pela ocorrência de reservatórios aleatórios que no conjunto formam uma unidade hidrogeológica. Apresenta baixas vazões, geralmente menores que 10 m³/h, embora localmente possam ocorrer valores superiores;
- Produtividade: Apresenta produtividades enquadradas em Geralmente Muito Baixa, porém Localmente Baixa (Classe 5), embora ocorra uma pequena área onde a produtividade é caracterizada como Geralmente Baixa, porém Localmente Moderada (Classe 4);
- Qualidade: Regionalmente as águas dos aquíferos cristalinos apresentam boa qualidade natural, no entanto em função da variedade de rochas e do clima nas áreas de recarga podem apresentar enriquecimento em íons cloreto e sódio, elevada dureza e/o u sólidos totais dissolvidos e altos teores de ferro, flúor entre outros. Nesta folha os dados físico-químicos indicam um aumento da condutividade elétrica a nordeste, com valores superiores a 1.000 µS/cm, admitindo-se como causa mais provável a praticamente inexistência de manto de intemperismo superficial, o baixo índice de precipitação e as elevadas taxas de evaporação.

❑ **Areado (K1a)**

- Características Litológicas: Constituída de arenitos finos a médios, consolidados a pouco consolidados, contendo lentes de conglomerados e por uma sequência de siltitos, intercalados por arenitos finos, e folhelhos;
- Características Hidrogeológicas: Aquífero poroso, livre, espessura média de 50 metros, permeabilidade média a baixa, porosidade primária alta. Devido à predominância de sedimentos finos, além da pequena extensão e espessura, apresenta potencialidade hidrogeológica muito baixa;
- Produtividade: Sua produtividade é geralmente Muito Baixa, porém Localmente Baixa (Classe 5), de acordo com classificação aqui adotada;
- Qualidade: Apesar de existirem poucos dados quanto às características físico-químicas das águas, demonstra ser de boa qualidade, com valores de condutividade elétrica média de 114 µS/cm, pouco mineralizadas.

1.a.2. Avaliação dos Aspectos Ambientais Relacionados a(os) Manancial(is) a ser(em) Explorado(s)

Os aspectos ambientais de interesse relacionados ao Córrego Engenho da Serra estão relacionados à sua vulnerabilidade a fatores que podem degradar sua qualidade ou reduzir sua vazão.

A degradação da qualidade corresponde ao aumento da concentração de compostos, que por sua toxicidade ou outras razões têm potencial para causar perda da potabilidade da água, que é o que garante o consumo adequado da água pela população.

Aqui se entende por adequada não apenas a ingestão da água sem que haja riscos de intoxicações ou contração de enfermidades, mas também a completa ausência de desconfortos ou prejuízos às instalações, que a não remoção de substâncias possa vir a causar. Por exemplo: a manutenção de certas substâncias na água pode originar sabor, odor, cor ou turbidez na água, ainda que não cause problemas à saúde; a não retirada de ferro em excesso, além de gosto metálico pode gerar manchas nos aparelhos sanitários.

A degradação da qualidade leva a um aumento nos custos do tratamento e no risco de não se garantir a potabilidade, causando prejuízos ao usuário e também à empresa concessionária pelo abastecimento de água, que é a responsável legal por essa garantia.

Essa degradação pode decorrer de distintos fatores, tais como:

- Ocorrência de acidentes com veículos transportadores e de produtos tóxicos, como cargas industriais ou agrícolas e combustíveis líquidos e consequente derramamento desses materiais no manancial;
- Lançamento inadequado no curso d'água a montante da captação de efluentes domésticos e/ou industriais com substâncias em concentrações inadequadas;
- Escoamento para o manancial de fluxos de drenagem de áreas agrícolas onde se tenha empregado de forma excessiva agrotóxicos como adubos e pesticidas;
- Escoamento para o córrego de fluxos terrosos originados em terrenos suscetíveis à processos de erosão, e desprovidos de medidas de proteção;
- Fluxos para o manancial de águas pluviais com arraste de resíduos sólidos e outros poluentes de áreas urbanizadas.

A redução de vazões é um fenômeno mais lento e sua detecção mais difícil, face ao caráter estocástico dos regimes pluviométricos, muito embora seja clara a sua correlação com a remoção de vegetação ciliar e de outras tipologias.

Por vezes é mais clara a detecção da redução de vazões, quando esta é consequência do assoreamento da calha de cursos d'água.

A degradação de qualidade devida a acidentes no transporte de cargas e combustíveis pelas vias próximas ao Córrego Engenho da Serra pode ser bastante aguda, a ponto de paralisar a captação de água por um período variável de tempo, em função do tipo e quantidade de produto que escoar para o manancial.

Em tese esse problema é inevitável, mas pode ter seu risco minimizado, desde que devidamente gerenciado, o que leva à tomada de medidas tais como melhorias viárias, capacitação de condutores, instalação de caixas coletoras, entre outras. Além disso, deve-se evidentemente elaborar um plano de ações emergenciais, que possibilite reduzir ao máximo os danos ao manancial e os custos e prazos decorrentes da paralisação da captação.

Já as perdas de qualidade decorrentes dos outros fatores mencionados são mais fáceis de serem previstas e prevenidas, desde que se promova constante fiscalização do manancial e se exija dos responsáveis a adoção de medidas que eliminem ou reduzam significativamente as causas da poluição do manancial.

O lançamento de efluentes domésticos e/ou industriais, por exemplo, só pode ser feito desde que devidamente autorizado por meio de processos de licenciamento ambiental ou similares, e caso permitido, deve se adequar aos limites legais referentes a padrões de emissão e padrões de qualidade da água.

A descarga de fluxos de drenagem é inevitável, para não dizer um direito dos proprietários de terrenos lindeiros ao manancial. Tal direito não abrange, entretanto, a condução de agrotóxicos, e cabe a esses proprietários tomarem as devidas medidas, seja controlando o uso desses insumos, seja empregando produtos de baixa toxicidade, ou ainda, adotando medidas de retenção no sistema de drenagem. A fiscalização

dessas propriedades agrícolas se faz muito necessária, assim como o monitoramento do manancial.

O combate à erosão nos terrenos lindeiros é de absoluta importância e obrigação dos proprietários dos terrenos adjacentes ao manancial. A perda de solo prejudica a todos e precisa ser combatida com medidas que vão de mudanças de práticas agrícolas, adoção de medidas de proteção do solo, melhoria dos sistemas de drenagem. Além da fiscalização dessas propriedades, é conveniente a prestação de assistência técnica e capacitação de agricultores.

No caso de fluxos originados em áreas urbanas, a ação é mais difusa e envolve desde a melhoria dos serviços de limpeza pública e drenagem urbana até o controle de obras públicas e particulares. A remoção de vegetação deve também ser objeto de fiscalização e emissão de autorizações.

Cabe, por fim, mencionar a existência de um programa destinado à proteção e recuperação de mananciais, com ações já realizadas no Município de Campos Altos, como o projeto denominado: "Pró-Mananciais".

Tal projeto, de iniciativa da COPASA e com a participação da Prefeitura Municipal é voltado para as microbacias de mananciais de cidades operadas pela estatal, e conta com coletivos, denominados COLMEIAS, com efetiva participação de representantes e instituições públicas e da comunidade, com responsabilidade compartilhada.

A louvável ação pode ajudar de modo significativo na obtenção do objetivo de preservar o Córrego Engenho da Serra, manancial de Campos Altos.

1.a.3. Descrição dos Parâmetros Qualitativos da Água Bruta

Os parâmetros qualitativos da água bruta, de interesse para monitoramento e controle das águas a serem tratadas e posteriormente distribuídas à população são aqueles que compõem o denominado IAP-Índice de Qualidade da Água Bruta para fins de Abastecimento Público originado em São Paulo e adotado pela ANA-Agência Nacional das Águas.

O índice é composto por três grupos de parâmetros:

⇨ Parâmetros do IQA – Índice de Qualidade das Águas (descrito no item 2 desta proposta) - grupo de variáveis básicas (Temperatura da Água, pH, Oxigênio Dissolvido, Demanda Bioquímica de Oxigênio, Coliformes Termotolerantes/E. coli, Nitrogênio Total, Fósforo Total, Sólido Total e Turbidez);

⇨ Parâmetros do ISTO – Índice de Substâncias Tóxicas e Organolépticas:

- Variáveis que indicam a presença de substâncias tóxicas (Potencial de Formação de Trihalometanos - PFTHM, Número de Células de Cianobactérias, Cádmio, Chumbo, Cromo Total, Mercúrio e Níquel);
- Grupo de variáveis que afetam a qualidade organoléptica (Ferro, Manganês, Alumínio, Cobre e Zinco).

Para cada parâmetro incluído no ISTO são estabelecidas curvas de qualidade que atribuem ponderações variando de 0 a 1.

As curvas de qualidade, representadas através das variáveis potenciais de formação de trihalometanos e metais, foram construídas utilizando-se dois níveis de qualidade (qi), que associam os valores numéricos 1.0 e 0.5, respectivamente, ao limite inferior (LI) e ao limite superior (LS).

As faixas de variação de qualidade (qi), que são atribuídas aos valores medidos para o potencial de formação de trihalometanos, para os metais que compõem o ISTO, refletem as seguintes condições de qualidade da água bruta destinada ao abastecimento público:

- **Valor medido < LI**

  Águas adequadas para o consumo humano. Atendem aos padrões de potabilidade da Portaria 888/21 do Ministério da Saúde em relação às variáveis avaliadas.

- **LI < Valor medido < LS**

  Águas adequadas para tratamento convencional. Atendem aos padrões de qualidade da classe 3 da Resolução CONAMA 357/05 em relação às variáveis determinadas.

- **Valor medido > LS**

  Águas que não devem ser submetidas apenas a tratamento convencional. Não atendem aos padrões de qualidade da classe 3 da Resolução CONAMA 357/05 em relação às variáveis avaliadas.

O IAP é calculado com a seguinte expressão:

$$IAP = IQA \times ISTO$$

As classificações do IAP estão indicadas na tabela a seguir.

Tabela 2: Classificação do IAP

Categoria	Ponderação
ÓTIMA	79 < IAP ≤ 100
BOA	51 < IAP ≤ 79
REGULAR	36 < IAP ≤ 51
RUIM	19 < IAP ≤ 36
PÉSSIMA	IAP ≤ 19

Fonte: Qualidade das Águas Interiores no Estado de São Paulo | Apêndice D - Índices de Qualidade das Águas - CETESB

- **Temperatura da Água**

A temperatura desempenha um papel crucial no meio aquático, condicionando as influências de uma série de variáveis físico-químicas. Em geral, à medida que a temperatura aumenta, de 0 a 30°C, viscosidade, tensão superficial, compressibilidade, calor específico, constante de ionização e calor latente de vaporização diminuem, enquanto a condutividade térmica e a pressão de vapor aumentam. Organismos aquáticos possuem limites de tolerância térmica superior e inferior, temperaturas ótimas para crescimento, temperatura preferida em gradientes térmicos e limitações de temperatura para migração, desova e incubação do ovo.

- **pH**

O pH é um parâmetro importante em muitos estudos no campo do saneamento ambiental por influir em diversos equilíbrios químicos que ocorrem naturalmente ou em processos unitários de tratamento de águas. A influência do pH sobre os ecossistemas aquáticos naturais dá-se diretamente devido a seus efeitos sobre a fisiologia das diversas espécies. Também o efeito indireto é muito importante podendo, em determinadas condições de pH, contribuírem para a precipitação de

elementos químicos tóxicos como metais pesados; outras condições podem exercer efeitos sobre as solubilidades de nutrientes. Desta forma, as restrições de faixas de pH são estabelecidas para as diversas classes de águas naturais, tanto de acordo com a legislação federal, quanto pela legislação do Estado de São Paulo. Os critérios de proteção à vida aquática fixam o pH entre 6 e 9.

❑ Oxigênio Dissolvido

O oxigênio proveniente da atmosfera dissolve-se nas águas naturais, devido à diferença de pressão parcial. Dissolvido em água, denomina-se oxigênio dissolvido - OD, e é essencial para a sobrevivência das espécies aquáticas. A sobrevivência dos peixes requer concentrações mínimas de OD entre 10% e 60% de saturação, dependendo da espécie e outras características do sistema aquático.

Além disso, alguns organismos (bactérias e organismos detritívoros) decompõem a matéria orgânica, por meio do consumo do oxigênio do sistema aquático. Esse processo é natural e o oxigênio pode ser reposto pela interface ar-água.

❑ Demanda Bioquímica de Oxigênio

A Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) de um líquido é a quantidade de oxigênio necessária para oxidar a matéria orgânica nele presente, por decomposição microbiana aeróbia, para uma forma inorgânica estável. A DBO é normalmente considerada como a quantidade de oxigênio consumido durante um determinado período de tempo, numa temperatura de incubação específica. Um período de 5 dias, numa temperatura de incubação de 20°C é frequentemente usado e referido como $DBO_{5,20}$.

❑ Coliformes Termotolerantes/E. coli

Os coliformes termotolerantes são definidos como microrganismos do grupo coliforme, capazes de fermentar a lactose a 44-45°C, sendo representados principalmente pela Escherichia coli e, também por algumas bactérias dos gêneros Klebsiella, Enterobacter e Citrobacter. Dentre esses microrganismos, somente a E. coli é de origem exclusivamente fecal, estando sempre presente, em densidades elevadas nas fezes de humanos, mamíferos e pássaros, sendo raramente encontrada na água ou solo que não tenham recebido contaminação fecal.

❑ Nitrogênio Total

O nitrogênio pode ser encontrado nas águas nas formas de: nitrogênio orgânico, nitrogênio amoniacal, nitrito e nitrato. As duas primeiras são formas reduzidas e as duas últimas, oxidadas.

As fontes de nitrogênio nas águas naturais são diversas. Os esgotos sanitários constituem, em geral, a principal fonte, lançando nas águas nitrogênio orgânico, devido à presença de proteínas, e nitrogênio amoniacal, pela hidrólise da uréia na água. Alguns efluentes industriais também concorrem para as descargas de nitrogênio orgânico e amoniacal nas águas, como algumas indústrias químicas, petroquímicas, siderúrgicas, farmacêuticas, conservas alimentícias, matadouros, frigoríficos e curtumes. A atmosfera é outra fonte importante devido a diversos mecanismos como a biofixação desempenhada por bactérias e algas presentes nos corpos hídricos, que incorporam o nitrogênio atmosférico em seus tecidos, contribuindo para a presença de nitrogênio orgânico nas águas; a fixação química, reação que depende da presença de luz, também acarreta a presença de amônia e nitratos nas águas, pois a chuva transporta tais substâncias, bem como as partículas

contendo nitrogênio orgânico para os corpos hídricos. Nas áreas agrícolas, o escoamento das águas pluviais pelos solos fertilizados também contribui para a presença de diversas formas de nitrogênio. Também nas áreas urbanas, a drenagem das águas pluviais, associada às deficiências do sistema de limpeza pública, constituem fonte difusa de difícil caracterização.

Pode-se associar as etapas de degradação da poluição orgânica por meio da relação entre as formas de nitrogênio. Nas zonas de autodepuração natural em rios, distinguem-se as presenças de nitrogênio orgânico na zona de degradação, amoniacal na zona de decomposição ativa, nitrito na zona de recuperação e nitrato na zona de águas limpas.

- **Fósforo Total**

O fósforo ocorre em águas naturais devido, principalmente, às descargas de esgotos sanitários. A matéria orgânica fecal e os detergentes em pó empregados em larga escala domesticamente constituem a principal fonte. Alguns efluentes industriais, como os de indústrias de fertilizantes, pesticidas, químicas em geral, conservas alimentícias, abatedouros, frigoríficos e laticínios, apresentam fósforo em quantidades excessivas. As águas drenadas em áreas agrícolas e urbanas também podem provocar a presença excessiva de fósforo em águas naturais. O fósforo pode se apresentar nas águas sob três formas diferentes. Os fosfatos orgânicos são a forma em que o fósforo compõe moléculas orgânicas, como a de um detergente, por exemplo. Os ortofosfatos são representados pelos radicais, que se combinam com cátions formando sais inorgânicos nas águas e os polifosfatos, ou fosfatos condensados, polímeros de ortofosfatos. Assim como o nitrogênio, o fósforo constitui-se em um dos principais nutrientes para os processos biológicos, ou seja, é um dos chamados macronutrientes, por ser exigido também em grandes quantidades pelas células.

- **Sólido Total**

Para o recurso hídrico, os sólidos podem causar danos aos peixes e à vida aquática. Eles podem sedimentar no leito dos rios, destruindo organismos que fornecem alimentos ou, também, danificar os leitos de desova de peixes. Os sólidos podem reter bactérias e resíduos orgânicos no fundo dos rios, promovendo decomposição anaeróbia. Altos teores de sais minerais, particularmente sulfato e cloreto, estão associados à tendência de corrosão em sistemas de distribuição, além de conferir sabor às águas.

- **Turbidez**

A turbidez de uma amostra de água é o grau de atenuação de intensidade que um feixe de luz sofre ao atravessá-la (esta redução dá-se por absorção e espalhamento, uma vez que as partículas que provocam turbidez nas águas são maiores que o comprimento de onda da luz branca), devido à presença de sólidos em suspensão, tais como partículas inorgânicas (areia, silte, argila) e detritos orgânicos, tais como algas e bactérias, plâncton em geral etc. A erosão das margens dos rios em estações chuvosas, que é intensificada pelo mau uso do solo, é um exemplo de fenômeno que resulta em aumento da turbidez das águas e que exige manobras operacionais, tais como alterações nas dosagens de coagulantes e auxiliares, nas Estações de Tratamento de Águas. Este exemplo mostra também o caráter sistêmico da poluição, ocorrendo inter-relações ou transferência de problemas de um ambiente (água, ar ou solo) para outro. Os esgotos domésticos e diversos efluentes industriais também provocam elevações na turbidez das águas. Um exemplo típico deste fato ocorre em consequência das

atividades de mineração, onde os aumentos excessivos de turbidez têm provocado formação de grandes bancos de lodo em rios e alterações no ecossistema aquático. Alta turbidez reduz a fotossíntese de vegetação enraizada submersa e algas. Esse desenvolvimento reduzido de plantas pode, por sua vez, suprimir a produtividade de peixes. Logo, a turbidez pode influenciar nas comunidades biológicas aquáticas. Além disso, afeta adversamente os usos doméstico, industrial e recreacional de uma água.

❑ Potencial de Formação de Trihalometanos – PFTHM

Trihalometanos substâncias associadas ao desenvolvimento do câncer formadas pela reação do cloro com certos compostos orgânicos chamados precursores.

Na tabela a seguir, são relacionados os limites inferiores e superiores adotados para os metais e o potencial de formação de trihalometanos.

Tabela 3: Limites Superiores e Inferiores dos metais e PFTHM

Grupo	Variáveis	Unidade	Limite Inferior	Limite Superior
Tóxicos	Cádmio	mg/L	0,005	0,01
	Chumbo	mg/L	0,01	0,033
	Cromo Total	mg/L	0,05	0,059
	Níquel	mg/L	0,02	0,025
	Mercúrio	mg/L	0,001	0,002
	PFTHM	µg/L	373	461
Organolépticos	Alumínio	mg/L	0,2	2
	Cobre	mg/L	2	8
	Ferro	mg/L	0,3	5
	Manganês	mg/L	0,1	0,5
	Zinco	mg/L	5	5,9

Fonte: Qualidade das Águas Interiores no Estado de São Paulo | Apêndice D - Índices de Qualidade das Águas - CETESB

❑ Número de Células de Cianobactérias

Vários gêneros e espécies de cianobactérias, que formam florações, produzem toxinas. As toxinas de cianobactérias, conhecidas como cianotoxinas, constituem uma grande fonte de produtos naturais tóxicos, podendo ter ação aguda e eventualmente até causar a morte por parada respiratória após poucos minutos de exposição (alcalóides ou organofosforados neurotóxicos) ou atuar de forma crônica, acumulando-se em órgãos como o fígado (peptídeos ou alcalóides hepatotóxicos).

❑ Cádmio

O cádmio é liberado ao ambiente por efluentes industriais, principalmente, de galvanoplastias, produção de pigmentos, soldas, equipamentos eletrônicos, lubrificantes e acessórios fotográficos, bem como por poluição difusa causada por fertilizantes e poluição do ar local. Normalmente a concentração de cádmio em águas não poluídas é inferior a 1 µg/L. A água potável apresenta baixas concentrações, geralmente entre 0,01 e 1 µg/L, entretanto pode ocorrer contaminação devido a presença de cádmio como impureza no zinco de tubulações galvanizadas, soldas e alguns acessórios metálicos.

❑ Chumbo

O chumbo está presente no ar, no tabaco, nas bebidas e nos alimentos. Nestes, o chumbo tem ampla aplicação industrial, como na fabricação de baterias, tintas, esmaltes, inseticidas, vidros, ligas metálicas etc. A presença do metal na água ocorre por deposição atmosférica ou lixiviação do solo. O chumbo raramente é encontrado na água de torneira, exceto quando os encanamentos são à base de chumbo, ou soldas, acessórios ou outras conexões. A exposição da população em

geral ocorre principalmente por ingestão de alimentos e bebidas contaminados. O chumbo pode afetar quase todos os órgãos e sistemas do corpo, mas o mais sensível é o sistema nervoso, tanto em adultos como em crianças. A exposição aguda causa sede intensa, sabor metálico, inflamação gastrintestinal, vômitos e diarreias. Na exposição prolongada são observados efeitos renais, cardiovasculares, neurológicos e nos músculos e ossos, entre outros. É um composto cumulativo provocando um envenenamento crônico denominado saturnismo. As doses letais para peixes variam de 0,1 a 0,4 mg/L, embora alguns resistam até 10 mg/L em condições experimentais.

❑ Cromo Total

O cromo é utilizado na produção de ligas metálicas, estruturas da construção civil, fertilizantes, tintas, pigmentos, curtumes, preservativos para madeira, entre outros usos. A maioria das águas superficiais contém entre 1 e 10 µg/L de cromo. A concentração do metal na água subterrânea geralmente é baixa (< 1 µg/L). Na forma trivalente, o cromo é essencial ao metabolismo humano e sua carência causa doenças. Na forma hexavalente, é tóxico e cancerígeno. Os limites máximos são estabelecidos basicamente em função do cromo hexavalente.

❑ Mercúrio

O mercúrio é usado na produção eletrolítica do cloro, em equipamentos elétricos, amálgamas e como matéria prima para compostos de mercúrio. No Brasil é largamente utilizado em garimpos para extração do ouro. Casos de contaminação já foram identificados no Pantanal, no norte brasileiro e em outras regiões. Está presente na forma inorgânica na água superficial e subterrânea. As concentrações geralmente estão abaixo de 0,5 µg/L, embora depósitos de minérios possam elevar a concentração do metal na água subterrânea. Entre as fontes antropogênicas de mercúrio no meio aquático destacam-se as indústrias cloro-álcali de células de mercúrio, vários processos de mineração e fundição, efluentes de estações de tratamento de esgotos, indústrias de tintas etc. A principal via de exposição humana ao mercúrio é por ingestão de alimentos. O metal é altamente tóxico ao homem, sendo que doses de 3 a 30 gramas são letais. Apresenta efeito cumulativo e provoca lesões cerebrais. A intoxicação aguda é caracterizada por náuseas, vômitos, dores abdominais, diarréia, danos nos ossos e morte.

❑ Níquel

O níquel e seus compostos são utilizados em galvanoplastia, na fabricação de aço inoxidável, manufatura de baterias Ni-Cd, moedas, pigmentos, entre outros usos. Concentrações de níquel em águas superficiais naturais podem chegar a 0,1 mg/L; valores elevados podem ser encontrados em áreas de mineração. Na água potável, a concentração do metal normalmente é menor que 0,02 mg/L, embora a liberação de níquel de torneiras e acessórios possa contribuir para valores acima de 1 mg/L. A maior contribuição antropogênica para o meio ambiente é a queima de combustíveis, além da mineração e fundição do metal, fusão e modelagem de ligas, indústrias de eletrodeposição, fabricação de alimentos, artigos de panificadoras, refrigerantes e sorvetes aromatizados. Doses elevadas de níquel podem causar dermatites nos indivíduos mais sensíveis. A principal via de exposição para a população não exposta ocupacionalmente ao níquel e não fumante é o consumo de alimentos. A ingestão de elevadas doses de sais causa irritação gástrica.

Ferro

O ferro aparece principalmente em águas subterrâneas devido à dissolução do minério pelo gás carbônico da água. O carbonato ferroso é solúvel e frequentemente encontrado em águas de poços contendo elevados níveis de concentração de ferro. Nas águas superficiais, o nível de ferro aumenta nas estações chuvosas devido ao carreamento de solos e a ocorrência de processos de erosão das margens. Também poderá ser importante a contribuição devida a efluentes industriais, pois muitas indústrias metalúrgicas desenvolvem atividades de remoção da camada oxidada (ferrugem) das peças antes de seu uso, processo conhecido por decapagem, que normalmente é realizada através da passagem da peça em banho ácido. Nas águas tratadas para abastecimento público, o emprego de coagulantes a base de ferro provoca elevação em seu teor. O ferro, apesar de não se constituir em um tóxico, traz diversos problemas para o abastecimento público de água. Confere cor e sabor à água, provocando manchas em roupas e utensílios sanitários. Também traz o problema do desenvolvimento de depósitos em canalizações e de ferro-bactérias, provocando a contaminação biológica da água na própria rede de distribuição.

Manganês

O manganês e seus compostos são usados na indústria do aço, ligas metálicas, baterias, vidros, oxidantes para limpeza, fertilizantes, vernizes, suplementos veterinários, entre outros usos. Ocorre naturalmente na água superficial e subterrânea, no entanto, as atividades antropogênicas são também responsáveis pela contaminação da água. Raramente atinge concentrações de 1,0 mg/L em águas superficiais naturais e, normalmente, está presente em quantidades de 0,2 mg/L ou menos. Desenvolve coloração negra na água, podendo se apresentar nos estados de oxidação Mn+2 (mais solúvel) e Mn+4 (menos solúvel). Concentração menor que 0,05 mg/L geralmente é aceita por consumidores, devido ao fato de não ocorrerem, nesta faixa de concentração, manchas negras ou depósitos de seu óxido nos sistemas de abastecimento de água. É muito usado na indústria do aço. O manganês é um elemento essencial para muitos organismos, incluindo o ser humano. A principal exposição humana ao manganês é por consumo de alimentos.

Alumínio

O alumínio e seus sais são usados no tratamento da água, como aditivo alimentar, na fabricação de latas, telhas, papel alumínio, na indústria farmacêutica etc. O alumínio pode atingir a atmosfera como material particulado por meio da suspensão de poeiras dos solos e também da combustão do carvão. Na água, o metal pode ocorrer em diferentes formas e é influenciado pelo pH, temperatura e presença de fluoretos, sulfatos, matéria orgânica e outros ligantes. A solubilidade é baixa em pH entre 5,5 e 6,0. As concentrações de alumínio dissolvido em águas com pH neutro variam de 0,001 a 0,05 mg/L, mas aumentam para 0,5-1 mg/L em águas mais ácidas ou ricas em matéria orgânica. Se a estratificação e consequente anaerobiose não for muito forte, o teor de alumínio diminui no corpo de água como um todo, à medida que se distancia a estação das chuvas. O aumento da concentração de alumínio está associado com o período de chuvas e, portanto, com a alta turbidez.

Nesta forma, ele é extremamente tóxico à vegetação e pode ser escoado para os corpos d'água. A principal via de exposição humana não ocupacional ao alumínio é pela ingestão de alimentos e água. Não há indicação de carcinogenicidade para o alumínio.

❑ **Cobre**

O cobre tem vários usos, como na fabricação de tubos, válvulas, acessórios para banheiro e está presente em ligas e revestimentos. Na forma de sulfato (CuSO4.5H2O) é usado como algicida. As fontes de cobre para o meio ambiente incluem minas de cobre ou de outros metais, corrosão de tubulações de latão por águas ácidas, efluentes de estações de tratamento de esgotos, uso de compostos de cobre como algicidas aquáticos, escoamento superficial e contaminação da água subterrânea a partir do uso agrícola do cobre e precipitação atmosférica de fontes industriais. O cobre ocorre naturalmente em todas as plantas e animais e é um nutriente essencial em baixas doses. Estudos indicam que uma concentração de 20 mg/L de cobre ou um teor total de 100 mg/L por dia na água é capaz de produzir intoxicações no homem, com lesões no fígado.

❑ **Zinco**

O zinco e seus compostos são muito usados na fabricação de ligas e latão, galvanização do aço, na borracha como pigmento branco, suplementos vitamínicos, protetores solares, desodorantes, xampus etc. A presença de zinco é comum nas águas superficiais naturais, em concentrações geralmente abaixo de 10 µg/L; em águas subterrâneas ocorre entre 10-40 µg/L. Na água no interior de edificações, a concentração do metal pode ser elevada devido à dissolução do zinco das tubulações. O zinco é um elemento essencial ao corpo humano em pequenas quantidades. A atividade da insulina e diversos compostos enzimáticos dependem da sua presença. O zinco só se torna prejudicial à saúde quando ingerido em concentrações muito elevadas, o que é extremamente raro, e, neste caso, pode acumular-se em outros tecidos do organismo humano.

1.a.4. Apresentação de Parâmetros Quantitativos de Disponibilidade Hídrica

Na bacia do Araguari, a área de drenagem corresponde à do rio Misericórdia, que ocupa parte dos municípios de Ibiá, Pratinha e Campos Altos. Essa bacia conta com área de 1.411,23 Km².

De acordo com "Diagnóstico das Disponibilidades Hídricas da Bacia Hidrográfica", do "Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Araguari", a Bacia Hidrográfica do Rio Araguari é subdividida em 18 sub-bacias, sendo que o Município de Campos Altos está inserido na Sub-Bacia do Rio Misericórdia, conforme mencionado.

A vazão total superficial é apresentada no "Plano Diretor de Recursos Hídricos", com valores obtidos a partir de Hidrossistemas/COPASA e do modelo de simulação hidrológica da bacia do rio Araguari, tanto para as vazões mínimas quanto para as médias. A partir do modelo, foram determinadas, além de $Q_{7,10}$ - vazão mínima com duração de sete dias e período de retorno de dez anos e Q_{MLT} – vazão média de longo termo, os valores das vazões de permanência de 90% e 95% do tempo, respectivamente Q_{90} e Q_{95} apresentados na tabela a seguir.

Tabela 4: Vazões Superficiais da Sub-Bacia do Rio Misericórdia

Sub-Bacia	COPASA $Q_{7.10}$ (L/s)	Modelo de Simulação (L/s)		
		$Q_{7,10}$	Q_{95}	Q_{90}
Rio Misericórdia	8.989,53	4.630,00	6.390,00	8.440,00

Fonte: Diagnóstico das Disponibilidades Hídricas da Bacia Hidrográfica – CBH Araguari, 2007

Como se observa, a tabela acima mostra valores discrepantes para $Q_{7,10}$, em função do método de cálculo empregado. A esse respeito, o relatório "Diagnóstico das Disponibilidades Hídricas da Bacia Hidrográfica", parte integrante do Plano Diretor da Bacia do Rio Araguari, esclarece:

> *"Recomenda-se, finalmente, a adoção da metodologia atualmente utilizada pelo IGAM, qual seja, aquela proposta pelo HIDROSISTEMAS – COPASA, uma vez que o modelo desenvolvido somente apresentou bom ajuste para três das sub-bacias analisadas..."*

O modelo mencionado é o Modelo de Simulação da tabela.

Dessa forma, pode-se considerar a vazão mínima $Q_{7,10}$ da bacia do Rio Misericórdia como 8.989,53 L/s.

Como se dispõe da área total de drenagem dessa bacia, igual a 1.411,23 Km², pode-se determinar valores de vazões específicas (por unidade de área) da sub-bacia do Rio Misericórdia.

No caso, da vazão mínima específica tem-se:

$Q_{7,10}$= 8.989,53 L/s

A = 1.411,23 Km² e, portanto,

$qe_{7,10}$ = 6,37 L/s.Km²

No relatório "Diagnóstico das Disponibilidades Hídricas da Bacia Hidrográfica", que compõe o Plano Diretor da Bacia do Rio Araguari, foram apresentados mapas referentes às vazões específicas para todas as bacias hidrográficas do Estado de Minas Gerais. Os mapas referentes às vazões mínima e média são apresentados nas figuras a seguir.

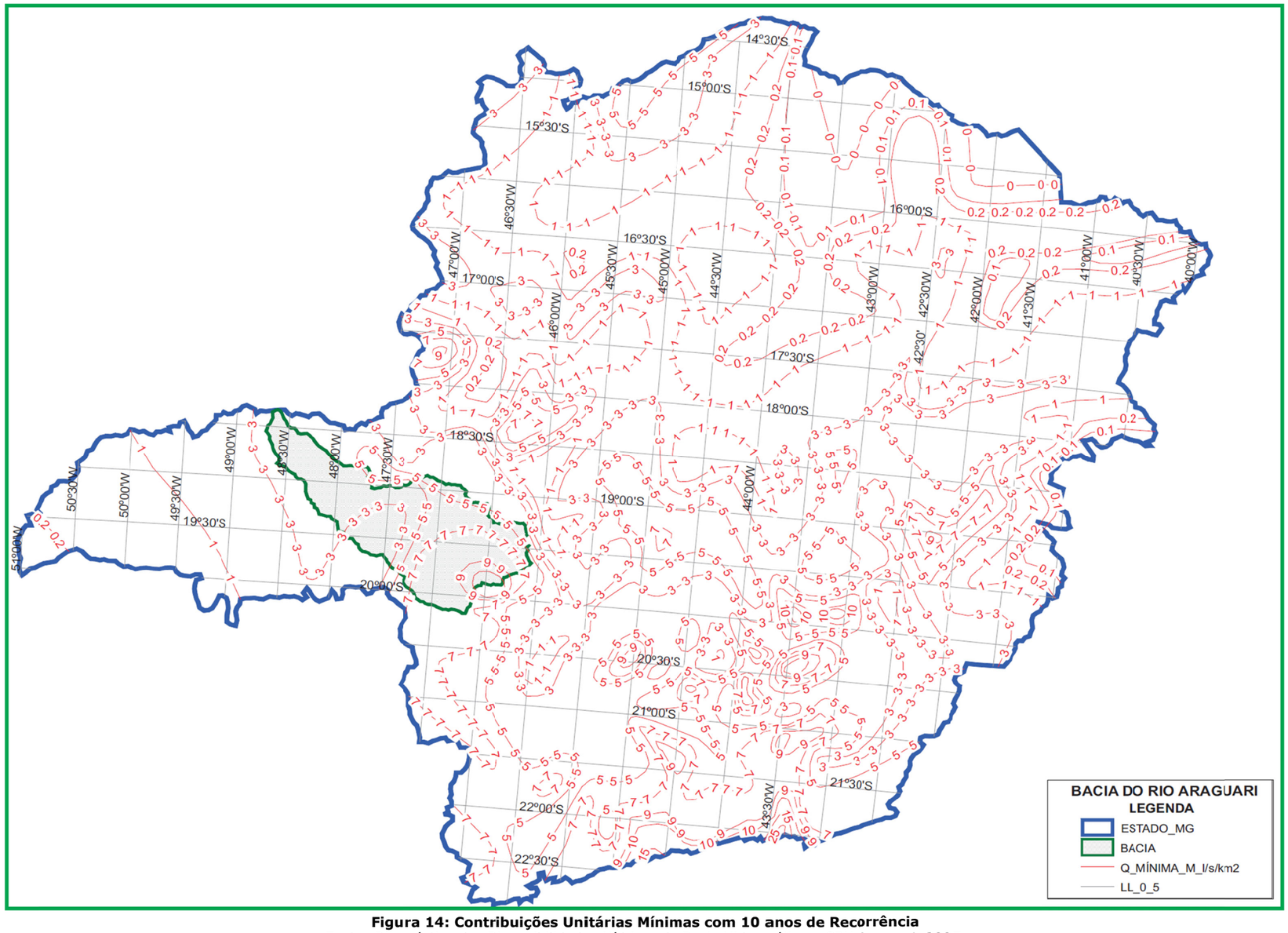


Figura 14: Contribuições Unitárias Mínimas com 10 anos de Recorrência
Fonte: Diagnóstico das Disponibilidades Hídricas da Bacia Hidrográfica – CBH Araguari, 2007.

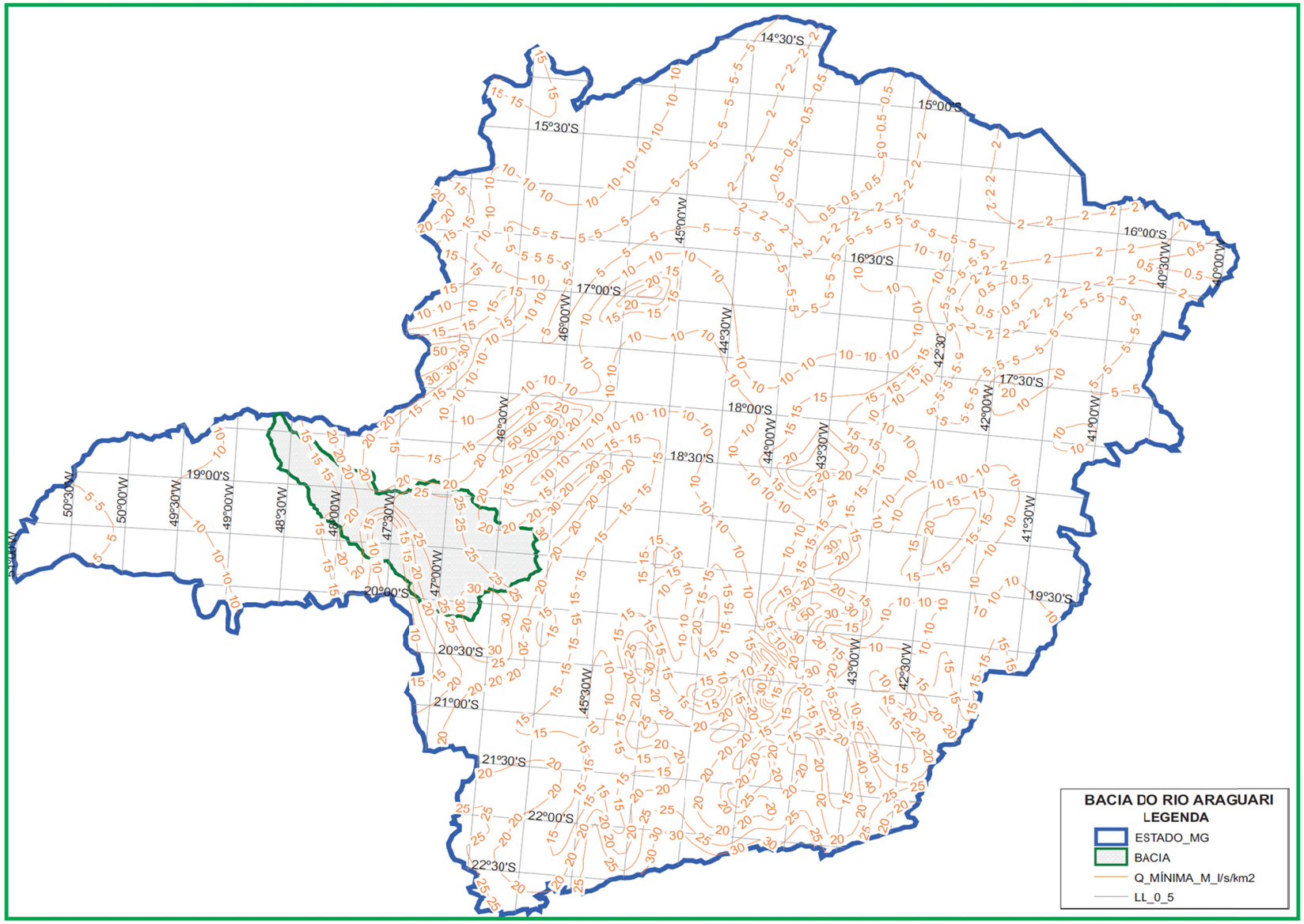


Figura 15: Contribuições Unitárias Médias com 10 anos de Recorrência
Fonte: Diagnóstico das Disponibilidades Hídricas da Bacia Hidrográfica – CBH Araguari, 2007.

Como se observa nesses mapas:

- A vazão específica mínima de 6,37 L/s.Km², calculada anteriormente, é coerente, embora ligeiramente inferior ao valor mapeado, da ordem de 7 L/s.Km², e
- A vazão específica média, situa-se entre 20 e 25 L/s.Km².

Admitindo-se a área de drenagem aproximada do Córrego Engenho da Serra até a captação, igual a 8,41 Km², verifica-se que a vazão no manancial na condição de mínima é igual a 53,6 L/s, ou 58,9 L/s admitindo-se o valor da vazão mínima específica mapeada.

A captação inicial de projeto era de 57 L/s de água, da mesma ordem de grandeza dos valores calculados, porém conforme já mencionado, há necessidade de manutenção e reforma, tendo em vista que atualmente a captação está em torno de 46 L/s de água. Nos períodos de estiagem sofre redução para 25 L/s.

Essa redução nos períodos de estiagem torna inadequada a captação, tal como opera atualmente, uma vez que não fornece a segurança hídrica necessária. Há, pois, necessidade de aumentar a capacidade de produção de água do sistema, buscando fonte de suprimentos adicionais, superficiais ou subterrâneas. Além disso, é necessária a manutenção das ações de reforma da captação e preservação do manancial para garantir a produção e qualidade do Córrego do Engenho da Serra como principal do manancial do sistema.

Ainda no referido Diagnóstico, apresentam-se as vazões disponíveis nas sub-bacias do Rio Araguari, considerando-se dois cenários: com e sem captações nos cursos d'água principais das sub-bacias. No caso da sub-bacia do Rio Misericórdia, de interesse para Campos Altos, para as duas hipóteses mencionadas a vazão disponível é igual a:

- 2,70 m³/s sem regularização por meio de barramento, e
- 19,67 m³/s com regularização.

No que se refere à disponibilidade hídrica subterrânea, cabem as considerações sobre as características geológicas e hidrogeológicas da Bacia do Rio Araguari, e mais especificamente da sub-bacia do Rio Misericórdia, onde se situa o Município de Campos Altos. Tais informações foram extraídas da documentação técnica de base do Plano Diretor da Bacia do Rio Araguari, em especial do relatório "Diagnóstico das Disponibilidades Hídricas da Bacia Hidrográfica".

A Bacia do Rio Araguari está inserida num arcabouço geológico estruturado em duas Unidades Geotectônicas: uma do Proterozóico Médio e Superior e a outra da Reativação Sul-Atlantiana, além de incluir a parte mais setentrional da grande Bacia Sedimentar do Paraná, de idade Mesozóica.

Conta com várias formações geológicas, conforme se mostra na tabela e na figura apresentadas mais adiante, das quais como se observa predominam na sub-bacia do Rio Misericórdia:

- Grupo Canastra com quartzitos, filitos;
- Formação Rio Verde com filitos
- Formação Capacete com arenitos cineríticos.

Campos Altos localiza-se em sua maior parte no Grupo Canastra e Formação Capacete.

Sub-bacia	ARX	BP	BU	CAQ	IBD	IBF	MC	NIHIL	SG	TQ	γ1	λA	λS	λT
01	189,94	-	123,63	-	-	-	-	138,55	233,56	-	-	-	-	-
02	-	-	1.966,86	-	-	-	-	3,22	218,78	-	-	-	-	-
03	173,60	-	220,06	-	-	-	-	10,52	655,13	-	119,59	-	-	-
04	47,53	-	841,24	-	-	-	-	-	855,42	-	0,79	-	-	-
05	-	-	395,89	-	-	-	-	-	88,78	-	-	-	-	-
06	-	-	1.071,11	-	-	-	-	-	35,04	-	-	-	-	-
07	1.058,76	-	207,67	263,86	14,37	246,27	-	-	170,26	-	142,72	-	-	-
08	15,73	-	425,25	-	-	-	-	-	43,58	-	-	-	-	-
09	554,00	12,46	-	160,89	28,57	87,03	-	-	-	-	-	-	-	-
10	22,71	-	349,87	2.142,90	-	-	-	-	438,21	50,07	-	-	-	24,41
11	671,68	-	9,02	25,56	-	-	-	-	-	-	68,17	-	-	-
12	939,89	-	0,33	83,20	-	-	-	-	-	-	325,89	10,35	-	-
13	-	110,98	-	179,32	41,41	215,96	-	-	-	13,89	-	-	51,25	-
14	0,45	-	-	540,54	-	-	-	-	-	18,91	-	-	-	4,39
15	324,98	-	-	649,61	-	986,39	-	-	-	52,43	289,21	-	-	-
16	-	-	-	166,79	10,32	44,46	-	-	-	28,11	-	-	-	-
17	-	41,08	-	351,33	20,32	150,62	371,64	-	-	27,12	-	-	-	-
18	-	56,89	-	478,49	45,62	443,69	374,62	-	-	11,93	-	-	-	-
Total	3.999,26	221,41	5.610,92	5.042,50	160,62	2.174,41	746,26	152,29	2.738,76	202,45	946,37	10,35	51,25	28,80

Fonte: COMIG

ARX	Micaxistos, anfibolitos, quartzitos, gnaisses, formação ferrífera
BP	SUBGRUPO PARAOPEBA INDIVISO
BU	FM MARÍLIA: arenitos, conglomerados, arenitos calcíferos e calcáreos
CAQ	GRUPO CANASTRA: quartzitos, filitos; CAX: domínio de xistos e filitos
IBD	FM CUBATÃO: metadiamictitos, quartzitos
IBF	FM RIO VERDE: filitos
MC	FM CAPACETE: arenitos cineríticos
SG	FM SERRA GERAL: basaltos e diabáticos
TQ	Coberturas detrítico-lateríticas, detríticas e eluvionares em superfícies de apl
γ1	Granitóides porfiríticos sin - a tarde tectônicos
λA	Suíte alcalina de Araxá
λS	Suíte alcalina de Salitre
λT	Suíte alcalina de Tapira

Figura 16: Características Geológicas das Sub-Bacias da BH Rio Araguari
Fonte: Diagnóstico das Disponibilidades Hídricas da Bacia Hidrográfica – CBH Araguari, 2007.

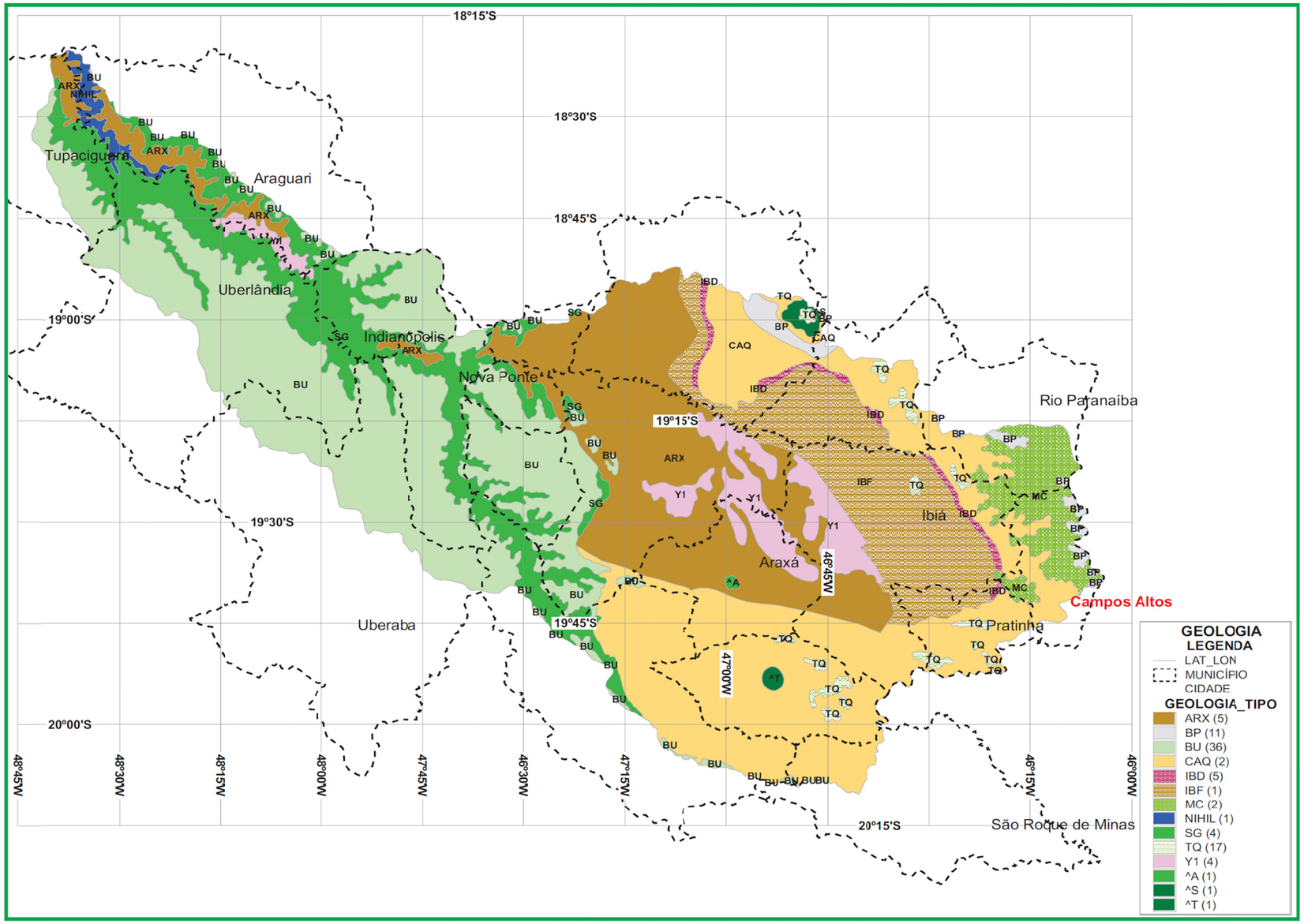


Figura 17: Geologia das Sub-Bacias da BH Rio Araguari
Fonte: Diagnóstico das Disponibilidades Hídricas da Bacia Hidrográfica – CBH Araguari, 2007.

Com relação a províncias hidrogeológicas e os sistemas aquíferos, conforme indicado nas figuras a seguir, a região da bacia do rio Araguari está inserido:

- nas províncias hidrogeológicas São Francisco, Paraná e Escudo Oriental;
- nos sistemas aquíferos Cristalino/Centro, Cristalino/Sudoeste, Guarani e Bauru/Caiuá.

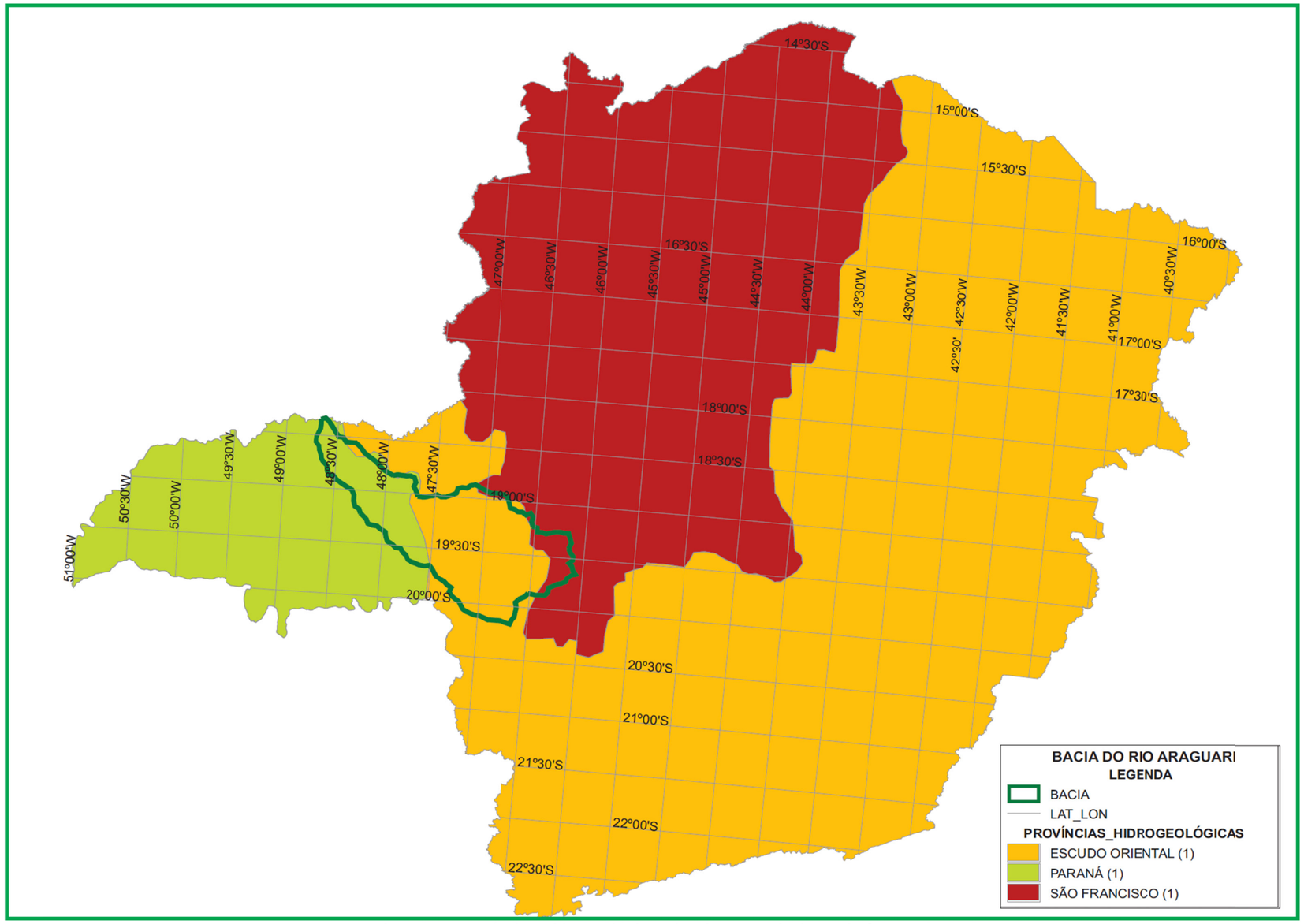


Figura 18: Províncias Hidrogeológicas de Minas Gerais / BH Rio Araguari
Fonte: Diagnóstico das Disponibilidades Hídricas da Bacia Hidrográfica – CBH Araguari, 2007.

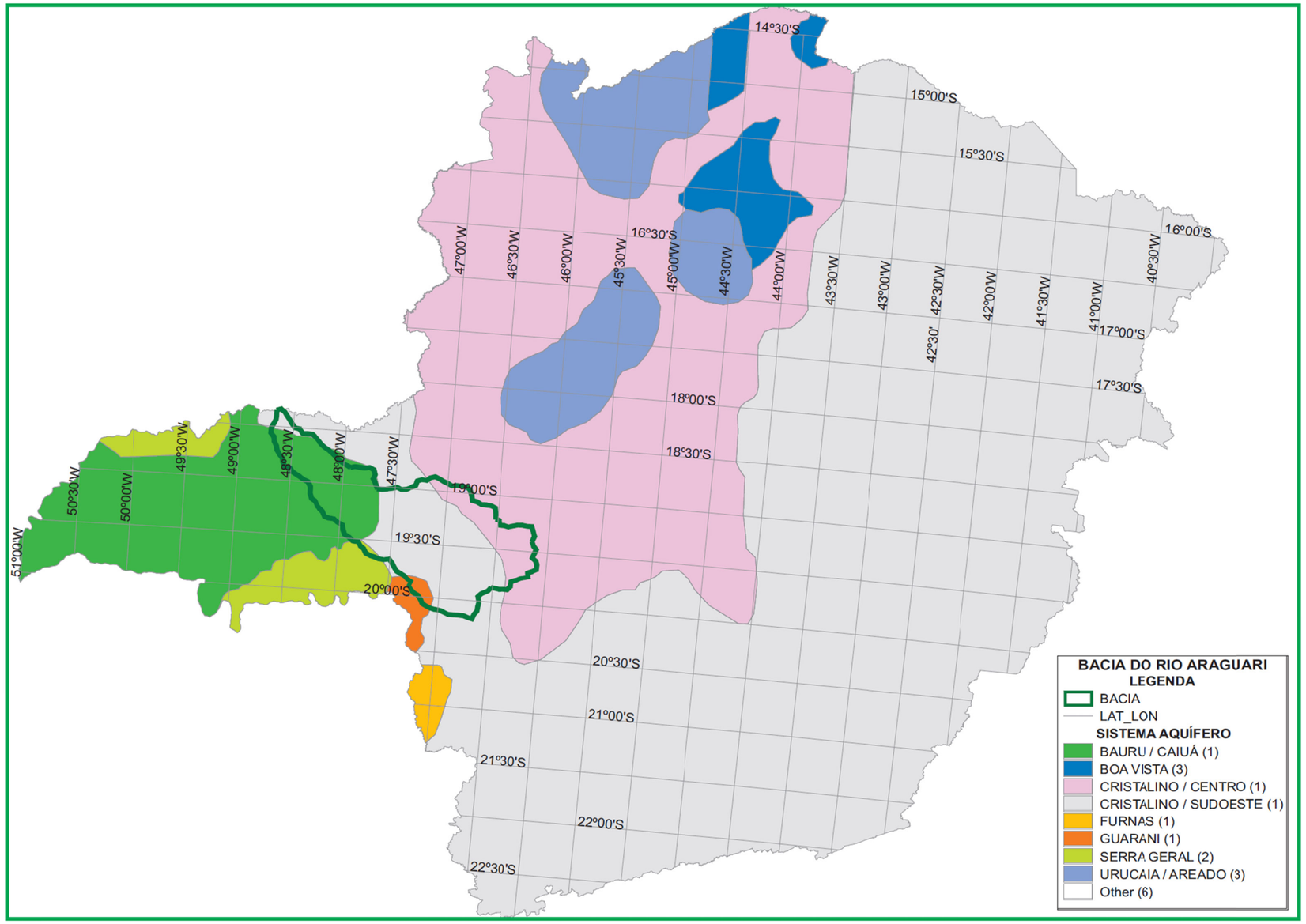


Figura 19: Sistemas Aquíferos de Minas Gerais / BH Rio Araguari
Fonte: Diagnóstico das Disponibilidades Hídricas da Bacia Hidrográfica – CBH Araguari, 2007.

Campos Altos, especificamente, localiza-se, majoritariamente, na Província Hidrogeológica São Francisco e Sistema Aquífero Cristalino/Centro.

A disponibilidade máxima explotável de águas subterrâneas na Bacia Hidrográfica do Rio Araguari, expressa em L/s e L/s.Km², são indicadas, respectivamente, nas figuras apresentadas mais adiante.

Decorrente dessas informações aponta-se no relatório de Diagnóstico, mencionado anteriormente, que a disponibilidade de águas subterrâneas na sub-bacia Rio Misericórdia é igual a 24622,0 L/s. Em termos de vazão específica, a disponibilidade para essa sub-bacia, que dispõe de área igual a 411,23 Km², atinge 17,40 L/s.Km².

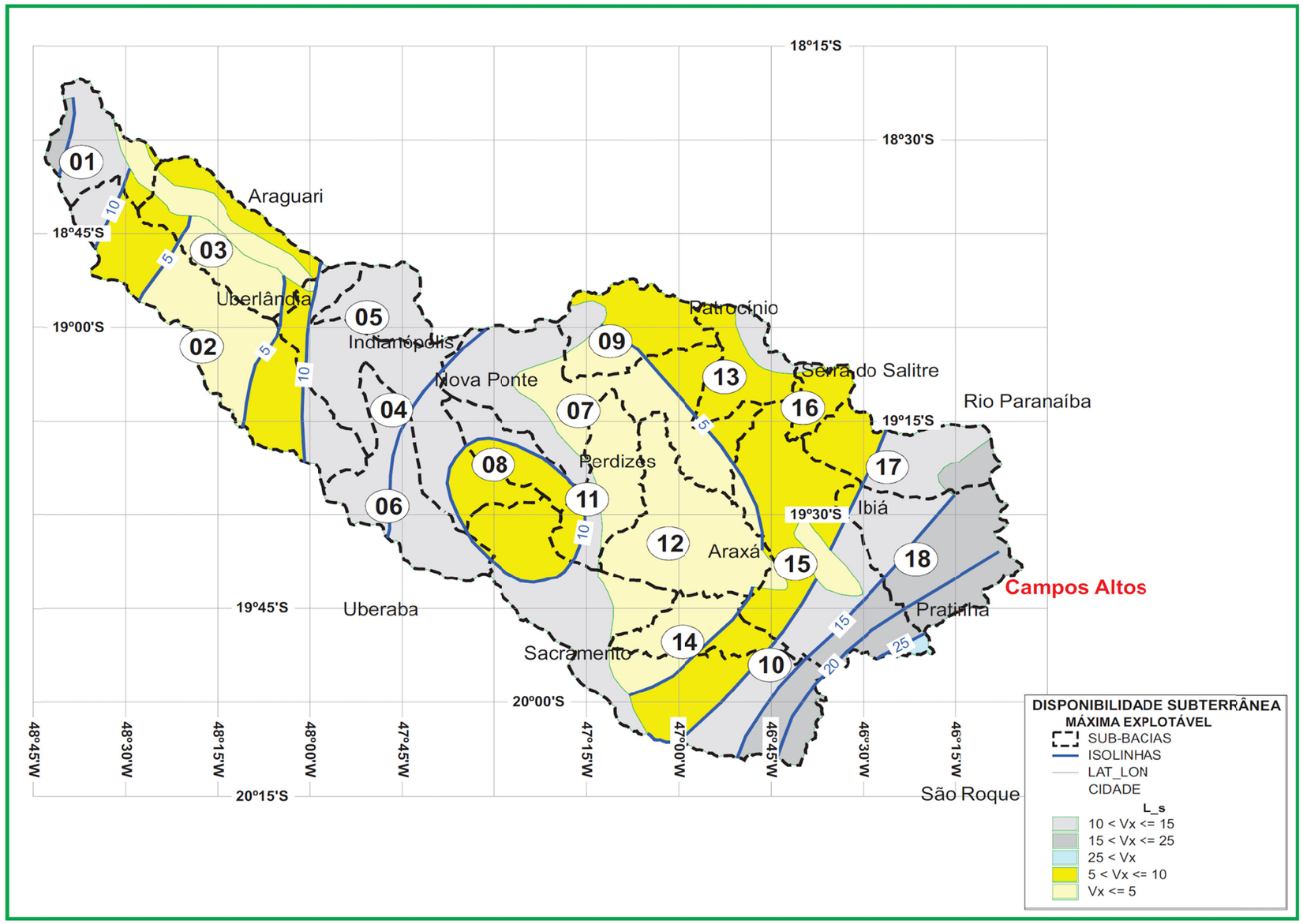


Figura 20: Disponibilidade Subterrânea Máxima Explotável (L/s) / BH Rio Araguari
Fonte: Diagnóstico das Disponibilidades Hídricas da Bacia Hidrográfica – CBH Araguari, 2007.

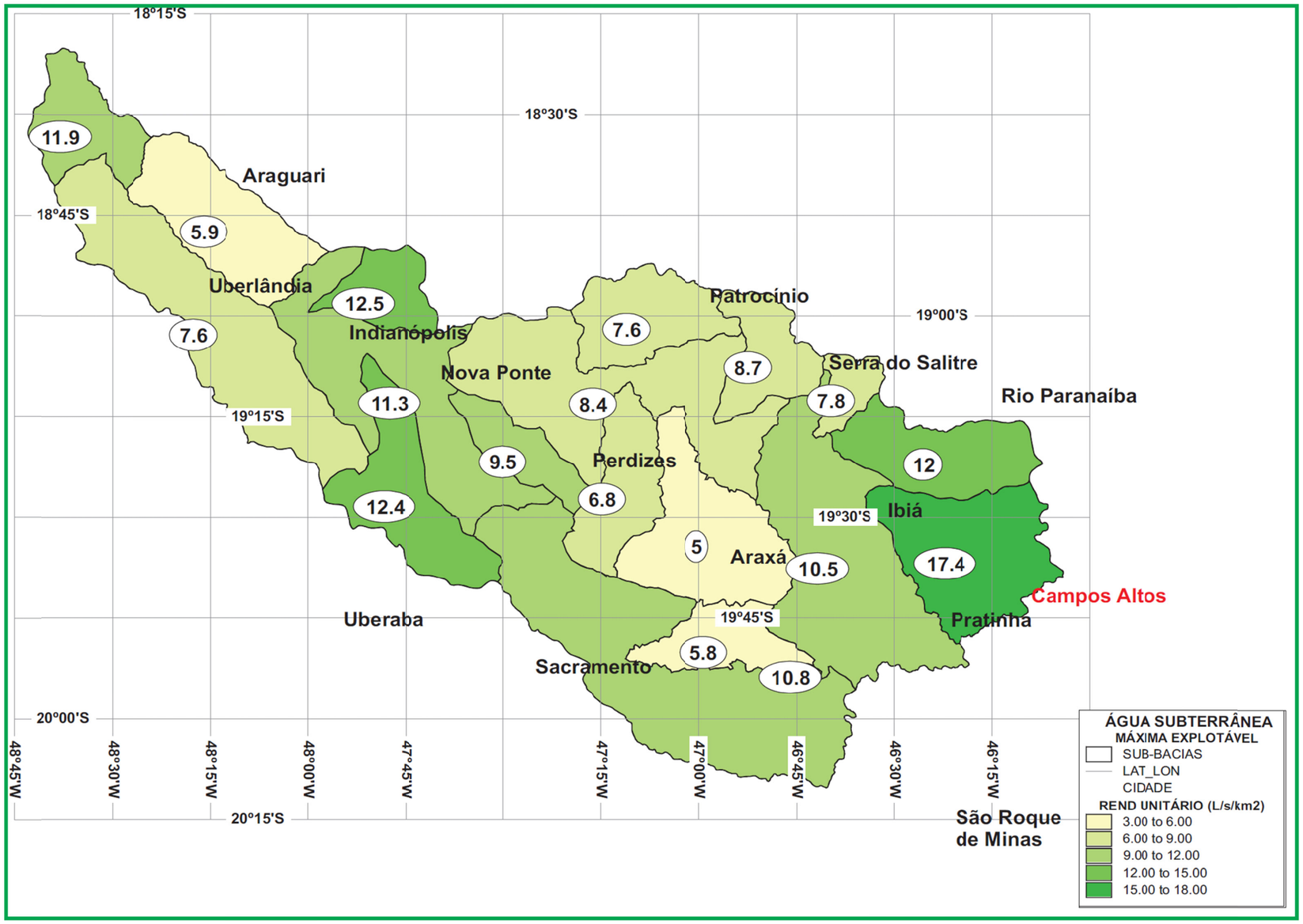


Figura 21: Disponibilidade Subterrânea Máxima Explotável (L/s.Km²) / BH Rio Araguari
Fonte: Diagnóstico das Disponibilidades Hídricas da Bacia Hidrográfica – CBH Araguari, 2007.

1.b) Captação e Adução de Água Bruta

1.b) Captação e Adução de Água Bruta

O planejamento das obras e ações relacionadas à Captação e Adução de Água Bruta do SAA de Campos Altos, é demonstrado neste item abrangendo:

- Relação e Localização das Unidades que serão Utilizadas para o Abastecimento Público de Água;
- Descrição Física das Unidades que serão Utilizadas para o Abastecimento Público de Água;
- Estado de Conservação das Infraestruturas que serão Utilizadas para o Abastecimento Público de Água;
- Proposição de Soluções para os Problemas Críticos;
- Apresentação dos Critérios de Dimensionamento.

1.b.1. Relação e Localização das Unidades que serão Utilizadas para o Abastecimento Público de Água

De acordo com as informações que constam da versão mais recente do Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB) de Campos Altos, e obtidas através dos levantamentos de campo realizados pela equipe técnica da ORBIS AMBIENTAL, as unidades existentes de Captação e Adução de Água Bruta são caracterizadas a seguir:

1.b.1.1. Unidades Existentes de Captação e Adução de Água Bruta

a) Unidades de Captação de Água Bruta

A área urbana do município de Campos Altos, que corresponde à Área de Abrangência da Concessão, é basicamente abastecida por meio de captação superficial, sendo uma parcela bastante reduzida dos domicílios urbanos atendidos por poços ou nascentes nas propriedades e por outras formas de abastecimento.

A tabela a seguir relaciona as unidades de captação de água bruta existentes no Município de Campos Altos.

Tabela 5: Relação das Unidades de Captação de Água Bruta Existentes em Campos Altos

SISTEMA	TIPO	MANANCIAL	VAZÃO MÉDIA (L/s)	VAZÃO HORÁRIA (m³/h)	SITUAÇÃO OPERACIONAL
Distrito Sede	Superficial	Córrego Engenho da Serra	46	165,60	ATIVA
Distrito de São Jerônimo dos Poções	Superficial	Nascente em Propriedade Particular	Não informada	-	ATIVA
Independentes	Subterrâneos	Poços Tubulares Profundos	Não informada (seco)	-	ATIVA
COPASA (Sede)	Subterrâneos	Poços Tubulares Profundos	Não informada	-	DESATIVADO

a.1. Distrito Sede

O Sistema de Abastecimento de Água do Distrito Sede de Campos Altos é atualmente atendido por uma unidade de Captação de Água Bruta, do tipo superficial, através de uma barragem de nível localizada no Córrego Engenho da Serra. Esta unidade foi projetada para uma vazão inicial de 57 L/s, no entanto, devido a problemas oriundos da ausência de manutenção e conservação, opera hoje com vazão máxima da ordem de 46 L/s, em regime de 16 horas diárias, sendo que, em períodos de estiagem, esta vazão é reduzida para 25 L/s, com a unidade operando 24 horas por dia, conforme informações constantes do Termo de Referência, Anexo V do Edital, e obtidas durante a visita técnica.

Esta unidade está localizada na área rural do município, a aproximadamente 2 km da mancha urbana da cidade, possuindo as seguintes coordenadas geográficas: 46°10’24.77”(O) e 19°10’17.02”(S).

A figura a seguir ilustra a localização da Captação Superficial em relação à área urbana do Distrito Sede de Campos Altos.

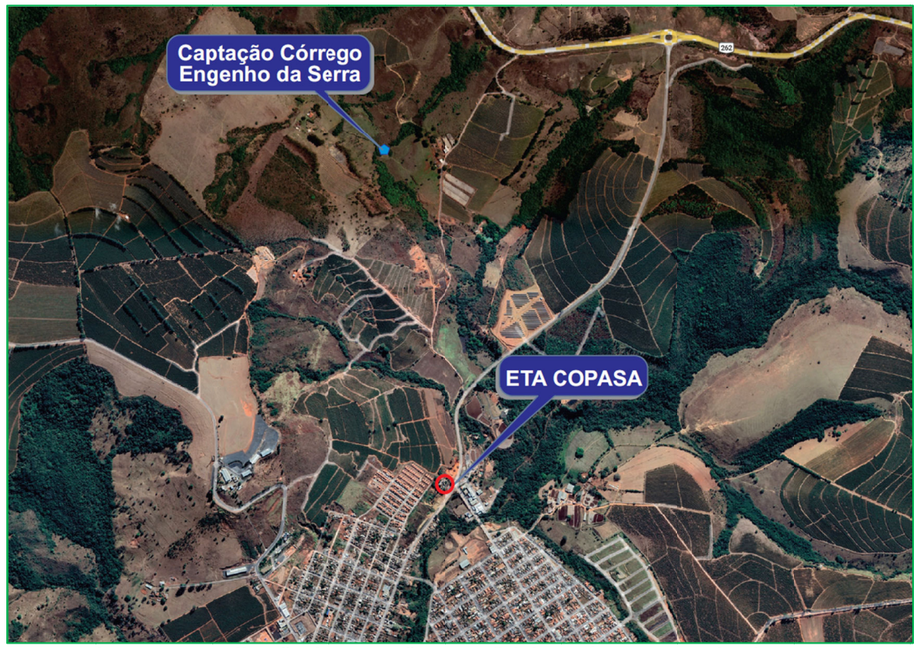


Figura 22: Localização da Captação Superficial no Córrego Engenho da Serra

a.2. Distrito de São Jerônimo dos Poções

No Distrito de São Jerônimo dos Poções, atualmente com cerca de 42 domicílios, o abastecimento de água é feito a partir de uma Captação Superficial realizada em nascente localizada em propriedade particular.

a.3. Outras Formas de Captação

De acordo com dados do SIAGAS (CPRM), existem 4 poços tubulares profundos no Município de Campos Altos, sendo 1 unidade na Fazenda TRI, cuja água é utilizada para fins domésticos/irrigação/consumo por animais, e 3 unidades da COPASA, as quais, segundo informações obtidas durante a visita técnica, correspondem a poços secos.

b) Unidades de Adução de Água Bruta

b.1. Distrito Sede

A água bruta captada no Córrego Engenho da Serra é conduzida por gravidade, desde a Captação Superficial situada na cota 1.026 m, até a Estação de Tratamento de Água localizada na cota 1.014 m, através de uma Adutora de Água Bruta, construída em tubos de concreto com diâmetro de 600 mm e extensão total da ordem de 1,99 km.

b.2. Distrito de São Jerônimo dos Poções

No Distrito em questão, a água oriunda da Captação Superficial, na nascente localizada em propriedade particular, é conduzida por gravidade até um Reservatório Apoiado situado na mesma propriedade.

1.b.1.2. Unidades Propostas de Captação e Adução de Água Bruta

A concepção adotada pela ORBIS AMBIENTAL para o SAA de Campos Altos prevê as seguintes proposições para a Captação e Adução de Água:

⇨ *Distrito Sede:*

- Aproveitamento da Captação Superficial existente no Córrego Engenho da Serra;
- Realização de ações destinadas à adequação da Adutora de Água Bruta existente;
- Ampliação da capacidade atual de captação por meio da implantação de Poços Tubulares Profundos.

⇨ *Distrito São Jerônimo dos Poções:*

- Implantação de um Poço Tubular Profundo;
- Implantação de uma Linha de Adução para recalque da água oriunda do Poço até o Sistema de Reservação;
- Desativação das unidades de captação e adução existentes em propriedade particular.

a.1. Captação de Água Bruta

a.1.1. Relação das Unidades Propostas

A tabela a seguir relaciona as Unidades de Captação de Água Bruta que serão utilizadas para o abastecimento de água, no Município de Campos Altos.

Tabela 6: Relação das Unidades de Captação de Água Bruta Propostas

SISTEMA	TIPO DE CAPTAÇÃO	MANANCIAL	VAZÃO MÉDIA (L/s)	VAZÃO HORÁRIA (m³/h)	INTERVENÇÃO PROPOSTA
Distrito Sede	Superficial	Córrego Engenho da Serra	46	165,60	Reforma e Melhorias
	Subterrânea	Poços Tubulares Profundos	20	115,20	Implantação
Distrito de São Jerônimo dos Poções	Subterrânea	Poço Tubular Profundo	2	7,20	Implantação

a.1.2. Localização das Unidades Propostas

❑ **Captação Superficial – Distrito Sede**

Conforme já mencionado, a concepção proposta considera o aproveitamento da atual Captação Superficial no Córrego Engenho da Serra, localizada na área rural do município de Campos Altos, nas coordenadas geográficas 46°10’24.77”(O) e 19°40’17.02”(S), conforme mostra a figura a seguir:

Figura 23: Localização da atual Captação Superficial de Água Bruta

❑ **Captações Subterrâneas – Distrito Sede e Distrito de São Jerônimo dos Poções**

A localização dos Poços Tubulares Profundos previstos para o Distrito Sede e para o Distrito de São Jerônimo dos Poções será definida durante a fase de elaboração dos Estudos e Projetos, uma vez que essa locação envolve procedimentos que determinarão o local exato onde a perfuração do poço será executada, etapa que precede ao projeto de construção do poço.

No entanto, a figura a seguir apresenta uma proposta para a localização dos Poços a serem implantados no Distrito Sede, a qual deverá ser confirmada através do aprofundamento dos estudos.

Figura 24: Proposta preliminar para a localização dos Poços previstos para o Distrito Sede

Figura 25: Proposta preliminar para localização do Poço previsto para o Distrito de São Jerônimo dos Poções

De forma resumida, a metodologia empregada na definição da locação de um poço tubular profundo se dá da seguinte forma:

- Análise de Poços da região. A análise dos dados de poços, como perfis construtivos, auxiliará na obtenção de inúmeras informações, tais como: tipo de rocha e suas variações, e presença de rochas alteradas/fraturadas;
- Análise de fotografias aéreas/imagens de satélite. Em ambientes constituídos por rochas cristalinas a locação de poços é bastante complexa. Nesses casos, as rochas necessitam de estruturas, tais como fraturas, que permitam à infiltração, circulação e o armazenamento da água subterrânea. Assim, a utilização de imagens orbitais torna-se uma ferramenta imprescindível para a locação de poços;
- Levantamentos Geofísicos. Para a locação de poços, o método geofísico mais utilizado é a eletrorresistividade (ER), cujo princípio básico baseia-se na determinação da resistividade elétrica dos solos/rochas. Podendo também utilizar de métodos eletromagnéticos (EM) entre outros.

Com a análise dos poços da região e das imagens de satélite, o geólogo em campo analisará a geologia local e a topografia, para identificar possíveis fraturas e validar alguns dados que obteve no escritório.

A partir dessas confirmações, é indicado qual o melhor local para se realizar o estudo, que geralmente é feito usando o eletrorresistivímetro, equipamento que mede a resistividade elétrica dos solos e das rochas. Dessa forma, dependendo da região, será identificado o melhor método a ser utilizado com o equipamento, pois diferentes métodos investigam diferentes níveis de profundidade.

Após realizar a verificação em campo, poderá ser obtida uma curva, mostrando a resistividade dos materiais e com a mesma ele pode dizer qual o melhor local para fazer a perfuração do poço.

a.2. Adução de Água Bruta

a.2.1. Relação das Unidades Propostas

A concepção proposta para o SAA de Campos Altos considera as seguintes proposições para a adução de água bruta:

- Aproveitamento da Adutora de Água Bruta (AAB-1) que abastece, via gravidade, a ETA localizada no Distrito Sede, prevendo-se a realização de intervenções destinadas à adequação da tubulação;
- Implantação das AABs interligando os Poços Tubulares Profundos a serem implantados no Distrito Sede com a ETA Existente;
- Implantação de uma AAB no Distrito de São Jerônimo dos Poções interligando o Poço Tubular Profundo ao Sistema de Reservação e Distribuição.

a.2.2. Localização das Unidades Propostas

Distrito Sede

A proposta para as unidades de Adução de Água Bruta, prevê o aproveitamento da linha de adução que atualmente abastece a ETA Existente no Distrito Sede, sendo mantido o seu caminhamento atual.

No caso dos Poços Tubulares Profundos a serem implantados no Distrito Sede, conforme mencionado anteriormente, a localização dessas unidades e, consequentemente, das respectivas linhas de adução de água bruta, será definida na etapa de elaboração dos Estudos e Projetos que abrangerão o SAA de Campos Altos como um todo.

Todavia, para fins da presente Proposta Técnica, na figura a seguir é sugerida uma localização preliminar das Adutoras de Água Bruta a serem implantadas no Distrito Sede, a qual deverá ser confirmada através de estudos aprofundados.

Figura 26: Proposta preliminar da localização das Adutoras de Água Bruta para o Distrito Sede

❑ Distrito São Jerônimo dos Poções

No que se refere à adução de água bruta a partir do Poço Tubular Profundo que está sendo previsto para o Distrito de São Jerônimo dos Poções, uma vez que o tratamento neste caso será feito de forma simplificada, diretamente no cavalete do poço, a linha de adução neste caso corresponderá à tubulação de recalque de água, do poço até a unidade de reservação.

A figura a seguir ilustra a sugestão proposta para a localização da adutora prevista para o Distrito Sede de São Jerônimo dos Poções, salientando-se que a mesma deverá ser confirmada por ocasião da elaboração dos Estudos e Projetos.

Figura 27: Proposta preliminar da localização da Adutora prevista para o Distrito de São Jerônimo dos Poções

1.b.2. Descrição Física das Unidades que serão Utilizadas para o Abastecimento Público de Água

As características das unidades de Captação e Adução de Água Bruta propostas para SAA de Campos Altos são descritas nos tópicos discorridos a seguir:

1.b.2.1. Captação de Água Bruta

a) Captação Superficial – Distrito Sede

A Captação Superficial existente no Distrito Sede, de acordo com a concepção proposta, será aproveitada para o SAA de Campos Altos. Trata-se de uma captação onde o ponto de tomada d'água é feito a partir de uma barragem de nível, construída no Córrego Engenho da Serra.

Figura 28: Captação de Água Bruta no Córrego Engenho da Serra

Figura 29: Vista geral da área da Captação de Água Bruta no Córrego Engenho da Serra

A barragem de nível possui as seguintes características:

- Material construtivo: ..... concreto
- Comprimento da estrutura: ..... 6,00 m
- Largura da estrutura: ..... 1,00 m
- Altura da estrutura: ..... 2,00 m
- Descarga de fundo: ..... tubulação em ferro fundido
- Diâmetro da descarga de fundo: ..... 400 mm
- Tomada d'água lateral: ..... canal com comporta (2 x 0,40 m)

Basicamente, a barragem de nível é uma estrutura construída ao longo de toda seção do Córrego Engenho da Serra, para manter o nível mínimo da água em cota tal que assegure a submergência adequada.

Figura 30: Detalhe da barragem de nível e da tomada d'água lateral

Além da barragem de nível, a unidade de Captação Superficial conta ainda com uma caixa de areia formada por 2 canais paralelos construídos em estrutura de concreto, conforme pode ser visualizado na figura a seguir.

Figura 31: Caixa de Areia da Captação de Córrego Engenho da Serra

A água bruta captada, após passar pela caixa de areia, é conduzida até uma caixa de transição por meio de uma tubulação de ferro fundido, passando antes por um medidor de vazão, instalado no interior de uma caixa de concreto.

Figura 32: Vista do interior da caixa que abriga o medidor de vazões

Na caixa de transição tem início a AAB-1, construída em tubos de concreto, que conduz a água bruta até a ETA do Distrito Sede via gravidade.

Em termos operacionais, foram considerados os seguintes parâmetros para a Captação Superficial do Córrego Engenho da Serra.

Tabela 7: Parâmetros operacionais da Captação Superficial do Distrito Sede

Capacidade projetada	57 L/s
Capacidade atual	46 L/s
Capacidade em períodos de estiagem	25 L/s
Tempo de operação	16 a 24 horas/dia

A figura a seguir mostra o croqui do arranjo da Captação Superficial no Córrego Engenho da Serra.

Figura 33: Croqui do arranjo da captação no Córrego Engenho da Serra

b) Captações Subterrâneas

Na concepção proposta para o SAA de Campos Altos está sendo prevista a implantação de unidades de captação subterrânea com as seguintes características:

Tabela 8: Características das Unidades de Captação Subterrânea

SISTEMA	UNIDADE	POTÊNCIA DA BOMBA (CV)	VAZÃO NOMINAL (L/s)	VAZÃO HORÁRIA (m³/h)	TEMPO DE OPERAÇÃO (h/dia)
Distrito Sede	Poço P-01	12,5	10	36,00	16 a 20
	Poço P-02	20	10	36,00	16 a 20
Distrito de São Jerônimo dos Poções	Poço P-04	3	2	7,20	16

Poços tubulares profundos semelhantes aos previstos para Campos Altos, são obras de engenharia geológica de acesso à água subterrânea, executadas com Sonda Perfuratriz mediante perfuração vertical com diâmetro de 4 a 36" e profundidade de até 2.000 m, para captação de água.

Segundo Albuquerque e Oliveira, 1999, os principais fatores favoráveis à exploração das águas subterrâneas por meio de poços tubulares profundos, são os seguintes:

- Volumes estocados muito grandes (192.000 km³ no Brasil) e suas velocidades de fluxo muito baixas (cm/dia) resultam em que o manancial é pouco afetado pelas variações sazonais de pluviometria, podendo propiciar um abastecimento regular durante os períodos de seca ou estiagem prolongada;
- Pelo fato de ocorrerem no subsolo sob uma zona de material rochoso não saturado ou camadas rochosas pouco permeáveis, as águas subterrâneas encontram-se relativamente melhor protegidas contra agentes potenciais ou efetivos de poluição;
- Quando captadas de forma adequada, na sua utilização, geralmente, não se tem custos de clarificação, tratamento ou purificação – Os processos de filtração e biogeoquímicos de depuração do subsolo proporcionam um alto nível de purificação e potabilidade das águas subterrâneas, sendo necessário realizar apenas adição de cloro e flúor;
- A forma de ocorrência extensiva possibilita sua captação nos locais de onde são geradas as demandas;
- Os prazos de execução das obras de captação são relativamente curtos;
- Os aquíferos não sofrem processos de assoreamento, nem perdem grandes volumes de água por evaporação.

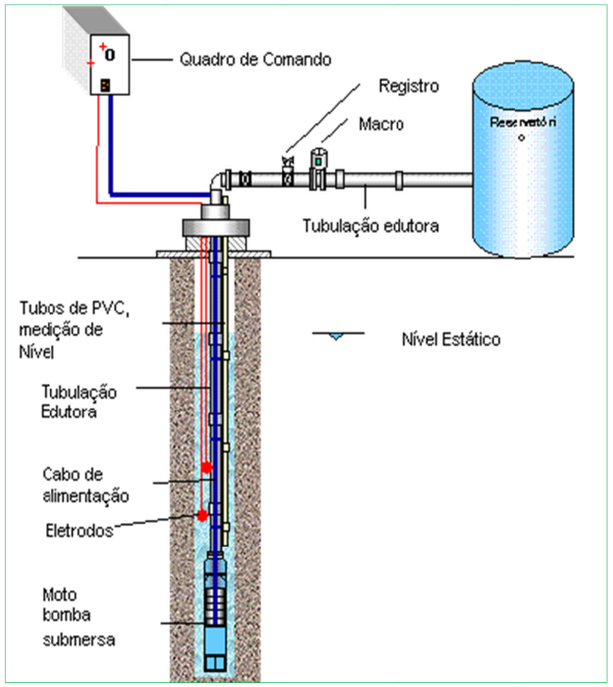


Figura 34: Configuração típica de um Poço Tubular Profundo

De maneira geral, os poços tubulares profundos são equipados com as seguintes instalações de infraestruturas:

- Bomba submersível usualmente dotada de motores trifásicos de 220/380/440 volts, - Quadro Elétrico de Comando e Proteção - Cabo Elétrico: condutor elétrico que interliga a bomba no interior do poço ao quadro;
- Tubulação Adutora: Geralmente de aço galvanizado, PVC ou até mesmo de mangueiras flexíveis, conectando a bomba até o cavalete na superfície, por onde sai à água bombeada;
- Cavalete: Montado na superfície e conectado à rede adutora. Normalmente em material de aço galvanizado: tubo; união, curva; registro gaveta; ventosa; saída lateral e válvula de retenção;
- Tubulação para medição do nível d'água: Quando da instalação da bomba no poço deve ser concomitantemente instalada uma tubulação de pelo menos ½" até as proximidades da bomba, para possibilitar a medição dos níveis de água no poço.

Os componentes definidos como obrigatórios, segundo a ABNT, são os seguintes:

- Macromedição para aferição do volume produzido;
- Base de proteção sanitária - Tem a função de evitar que a água superficial contamine o poço através da infiltração pelo espaço anular. É o conjunto formado pelo selo sanitário (argamassa de cimento da extremidade superior do espaço anular com aproximadamente 30 cm) e pela laje de proteção (piso de cimento, construído com pequeno declive, ao redor da boca do poço);
- Caixa de proteção - O tubo de revestimento sobressai ao nível do terreno aproximadamente 0,20 m para evitar a penetração de água superficial e de elementos estranhos no poço. A caixa de proteção de alvenaria ou tubo de aço deve ter dimensões apenas suficientes para envolver a parte saliente do tubo de revestimento uma tampa à parte superior permite o acesso ao poço. Essa tampa pode manter-se fechada a chave para melhor proteção do poço.

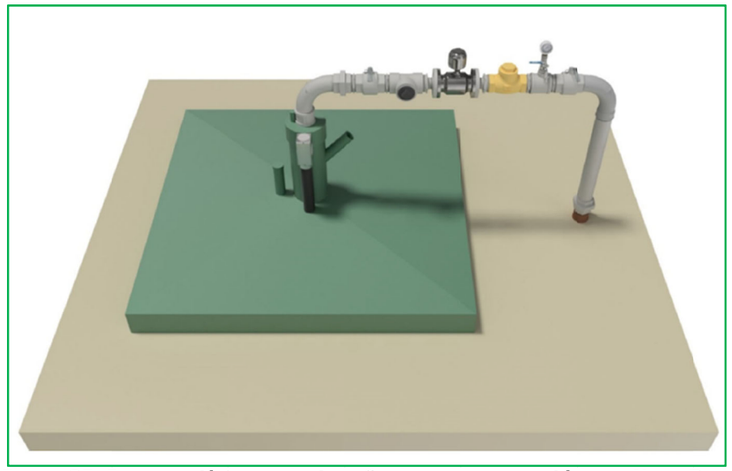


Figura 35: Esquema típico de instalação de um poço sanitário ao Novo Poço

O projeto de um poço tubular para captação de água subterrânea compreende os seguintes itens:

- Recomendação do método de perfuração e tipo de fluido, considerando custo, adequação às características litológicas e hidrogeológicas do aquífero explorado e segurança sanitária e ambiental;
- Locação topográfica do poço;
- Estimativa das profundidades mínima e máxima do poço;
- Estimativa da vazão do poço;
- Fixação dos diâmetros nominais úteis do poço e da perfuração;

- Previsão da coluna estratigráfica a ser perfurada;
- Previsão do aquífero a ser explorado, tipo e geometria, do potencial e do nível piezométrico;
- Previsão da cota do nível dinâmico;
- Avaliação da composição físico-química da água do aquífero interceptado;
- Revestimento com especificação dos critérios para obter-se a estanqueidade na coluna cega e o posicionamento e colocação dos filtros, quando estes forem necessários;
- Definição dos métodos de aferição da verticalidade e alinhamento do poço;
- Especificação das condições de proteção sanitária, tanto superficial quanto subsuperficial;
- Recomendações de técnicas para controle e monitoramento da exploração, visando à manutenção das condições naturais do poço e aquíferos;
- Previsão de execução de perfilagem elétrica, radioativa, acústica e mecânica em formações sedimentares, que possibilite a determinação de camadas produtivas e improdutivas, indicando o correto posicionamento das seções de filtros na coluna de revestimento.

O projeto de exploração do poço deve assegurar vazão contínua e constante sem prejuízo da qualidade da água. Durante a sua vida útil, deve ser controlado e monitorado como parcela do recurso hídrico regional. O projeto de monitoramento dos poços tem por objetivo a detecção precoce de alterações nas características hidrogeológicas dos poços e aquífero.

A construção de poços para captação de água subterrânea compreende as seguintes atividades:

⇨ Preparação do canteiro da obra:

- Acesso, serviços de terraplenagem, encascalhamento e confecção de bases;
- Instalação da perfuratriz e dos equipamentos auxiliares;
- Disposição dos materiais;
- Instalações diversas.

⇨ Perfuração:

- Perfuração inicial para colocação do tubo de boca;
- Execução de furo piloto ou furo guia;
- Amostras de calha;
- Perfuração nos diâmetros e profundidades projetados;
- Verificação dos parâmetros da perfuração;
- Verificação das condições reológicas do fluido de perfuração.

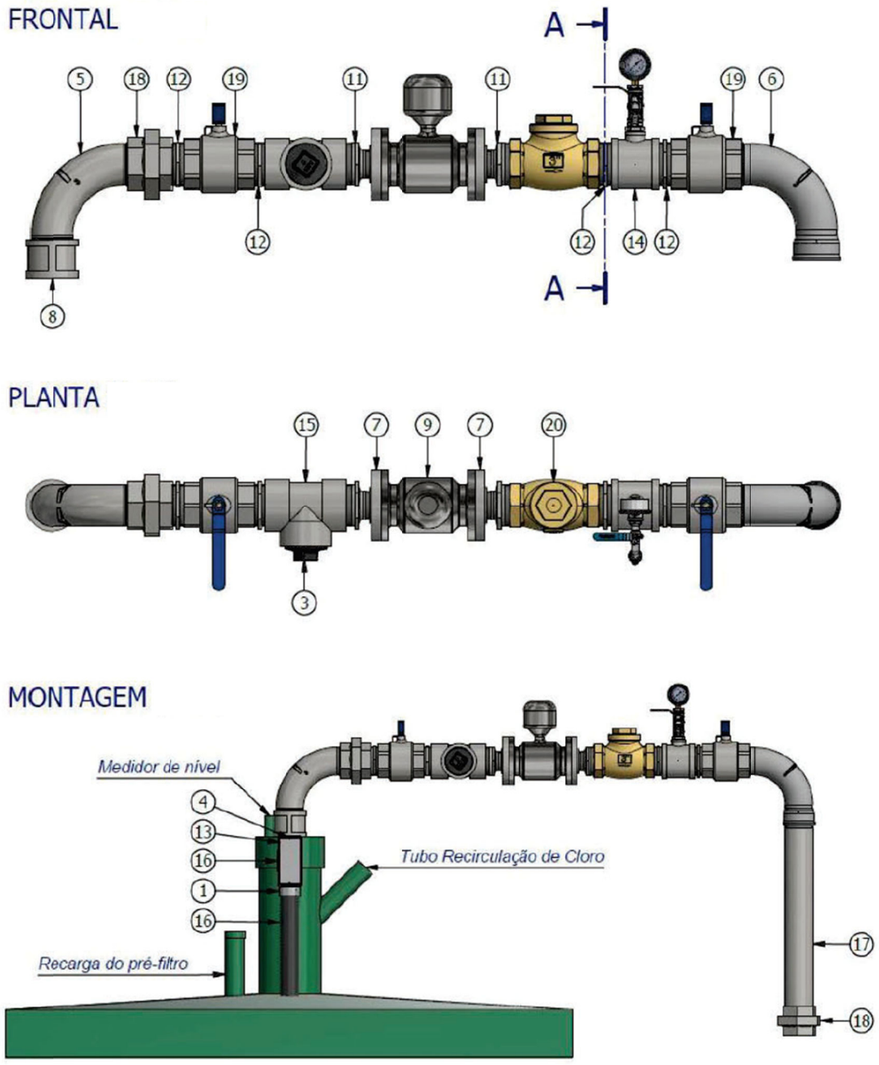
⇨ Dimensionamento da coluna de revestimento:

- Elaboração do perfil litológico com base no exame e descrição das amostras;
- Execução e interpretação de perfilagens elétricas e radioativas, de diâmetros, de densidade, sônicas, laterais e outras;
- Elaboração do perfil de penetração;
- Correlação entre os vários perfis para montagem do perfil composto.

⇨ Dimensionamento de pré-filtro:

- Análise granulométrica de amostras representativas;
- Colocação da coluna de revestimento;
- Colocação de pré-filtro;
- Desenvolvimento;
- Execução do ensaio de vazão;
- Coleta de água para análise.

⇨ Serviços e obras complementares: selamento, desinfecção, construção de laje de proteção sanitária, lacre e elaboração do relatório final.



LISTA DE MATERIAIS	
ITEM	**DESCRIÇÃO**
1	Box giratório macho
2	Bucha de redução roscável - Aço Galvanizado
3	Bujão com rebordo - Aço Galvanizado
4	Condulete Múltiplo X
5	Curva macho - Aço Galvanizado
6	Curva macho e femêa - Aço Galvanizado
7	Flange roscável - Aço Carbono
8	Luva roscável - Aço Galvanizado
9	Macromedidor Eletromagnético
10	Manômetro
11	Niple de redução roscável - Aço Galvanizado
12	Niple roscável - Aço Galvanizado
13	Tampa cega para Condulete
14	Tê de redução roscável - Aço Galvanizado
15	Te roscável - Aço Galvanizado
16	Tubo Corrugado
17	Tubo Redondo - Aço Carbono
18	União roscável - Aço Galvanizado
19	Válvula de esfera roscável
20	Válvula de retenção horizontal
21	Válvula torneira roscável

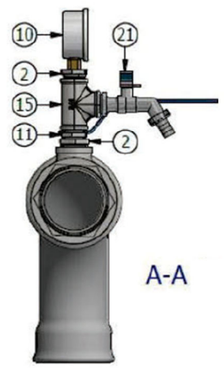


Figura 36: Detalhe dos materiais do cavalete utilizado em Poços Tubulares profundos

1.b.2.2. Adução de Água Bruta

O SAA de Campos Altos deverá contar com aproximadamente 4.740,00 m de tubulações destinadas à adução de água bruta, conforme mostra a tabela a seguir.

Tabela 9: Características das Unidades de Adução de Água Bruta

SISTEMA	DENOMINAÇÃO ADOTADA	INÍCIO	FIM	MATERIAL	DIÂMETRO (mm)	EXTENSÃO ESTIMADA (m)
Distrito Sede	AAB-1 (Existente)	Captação Córrego Engenho da Serra	ETA Existente	Tubos de concreto	600	1.990,00
	AAB-2	Poço P-01	ETA Existente	PVC DEFºFº	150	1.000,00
	AAB-3	Poço P-03	ETA Existente	PVC DEFºFº	150	1.600,00
Distrito de São Jerônimo dos Poções	AAB-4	Poço P-04	Reservação	Ferro Fundido	150	150,00
					TOTAL	**4.740,00**

1.b.3. Estado de Conservação das Infraestruturas que serão Utilizadas para o Abastecimento Público

Durante os levantamentos de campo realizados pela equipe técnica da ORBIS AMBIENTAL foi avaliado o estado de conservação das infraestruturas existentes de Captação e Adução de Água Bruta, conforme exposto a seguir:

1.b.3.1. Unidades de Captação de Água Bruta

a) Distrito Sede

A Captação do Córrego Engenho da Serra apresenta péssimo estado de conservação em relação aos aspectos estruturais e operacionais, em função da total ausência de manutenção.

As estruturas físicas estão deterioradas e todo o entorno necessita de intervenções de recuperação e melhorias, para assegurar que a unidade possa operar com condições satisfatórias.

Figura 37: Vista do entorno da Captação do Córrego Engenho da Serra

No entorno do ponto de captação observa-se a necessidade de ações de recomposição florestal e de tratamento de processos erosivos para preservação do manancial, bem como de fechamento adequado da área da unidade.

À montante da barragem de nível observa-se a necessidade de limpeza do reservatório para desassoreamento e ampliação do volume de água represado.

Figura 38: Represa à montante da barragem de nível da Captação do Córrego Engenho da Serra

Figura 39: Detalhe da estrutura da barragem de nível

O assoreamento provoca impactos danosos nos corpos d'água. Entre eles, a diminuição da capacidade de armazenamento de lagos; a destruição dos habitats aquáticos; o excesso de turbidez da água, a degradação da água para consumo, o prejuízo dos sistemas de fornecimento e distribuição de água; a veiculação de poluentes, como fertilizantes, inseticidas, pesticidas, herbicidas, etc., e a veiculação de microrganismos (bactérias e vírus) patogênicos.

Esses impactos estão presentes na represa que armazena a água bruta oriunda do Córrego Engenho da Serra, sendo necessária a adoção de procedimentos para o desassoreamento da mesma, para remoção total dos depósitos de materiais sólidos indesejáveis, e que vem comprometendo sua capacidade de armazenamento e fornecimento de água.

A implantação desses procedimentos terá como objetivo recuperar a represa, para o seu efetivo uso no abastecimento público de água, com vistas ao aprimoramento do sistema de tratamento de água, para que este produza água com padrões de potabilidade que garantam a saúde pública.

Conforme pode ser observado nas figuras a seguir, todas as unidades integrantes da Captação do Córrego Engenho da Serra necessitarão de intervenções de recuperação estrutural, assim como da instalação de grades, comportas, grades de piso, corrimão, válvulas, etc.

Figura 40: Vista da estrutura da caixa de captação da água bruta

Figura 41: Detalhe da estrutura da Barragem de Nível

Figura 42: Detalhe da estrutura da Caixa de Areia

Em resumo, o estado atual de conservação da Captação do Córrego Engenho da Serra requer intervenções imediatas para melhorar as condições operacionais em termos quantitativos e qualitativos, principalmente nos períodos de estiagem.

b) Distrito de São Jerônimo dos Poções

São Jerônimo dos Poções não possui unidade de captação de água bruta, sendo o abastecimento de água realizado a partir de uma nascente localizada em propriedade particular.

1.b.3.2. Unidades de Adução de Água Bruta

a) Distrito Sede

A Adutora de Água Bruta que encaminha por gravidade a água oriunda da Captação do Córrego Engenho da Serra até a ETA do Distrito Sede, foi construída em tubos de concreto e, em razão disso, por falta de

manutenção, apresenta certa vulnerabilidade em eventuais ocorrências de erosões, que pode levar ao rompimento da tubulação, com interrupção do abastecimento da ETA.

Dessa forma, embora a linha de adução em questão apresente bom estado de conservação, deverá ser intensificado o monitoramento da faixa ao longo da tubulação, e a implementação de ações de conservação rotineiras para prevenir a ocorrência de erosões.

b) Distrito de São Jerônimo dos Poções

Nesta localidade, a tubulação de adução que conduz a água captada na nascente localizada em propriedade particular até o reservatório existente, apresenta estado de conservação regular. Porém, esta linha de adução deverá ser desativada e substituída por uma tubulação de recalque.

1.b.4. Proposições de Soluções para os Problemas Críticos

São apresentadas neste item as soluções propostas pela ORBIS AMBIENTAL para sanar os problemas críticos existentes nas unidades de Captação e Adução de Água Bruta, ao longo da Concessão.

Conforme já mencionado, o Município de Campos Altos conta com 1 Sistema Produtor de Água Potável no Distrito Sede, cujas características físicas foram apresentadas de forma detalhada nos itens anteriores deste capítulo.

Essas características e as informações obtidas em campo foram avaliadas em conjunto com as metas estabelecidas no PMSB e no Termo de Referência, de modo a avaliar a capacidade das infraestruturas existentes, assim como as ações e intervenções necessárias para a manutenção do atendimento dessas metas ao longo da Concessão.

Assim sendo, neste item a ORBIS AMBIENTAL apresenta as soluções propostas para os problemas críticos e para a concretização das metas preconizadas, conforme exposto a seguir:

1.b.4.1. Distrito Sede

Dentre os problemas apresentados no Sistema de Captação e Adução de Água Bruta do SAA de Campos Altos, considera-se críticos os relacionados à disponibilidade hídrica, principalmente nos períodos de estiagem.

Nesses períodos, o volume de água captado é insuficiente para suprir as demandas, sendo a vazão reduzida de 46 para 25 L/s, conforme informações disponibilizadas no Termo de Referência do Edital e levantadas durante a visita de campo.

Para solucionar esse problema crítico no cenário imediato e assegurar a disponibilidade hídrica ao longo de todo o Período de Concessão, são propostas as seguintes ações:

- ⇨ Implantação de Poços Tubulares Profundos com capacidade suficiente para suprir o déficit apresentado pela Captação do Córrego Engenho da Serra, nos períodos de estiagem, assim como para assegurar o atendimento das demandas necessárias ao longo da Concessão;
- ⇨ Reforma e Modernização da Captação do Córrego Engenho da Serra, abrangendo:
  - Recomposição florestal nas proximidades do ponto de captação de água bruta, inclusive tratamento de processos erosivos;
  - Intervenções de conservação na área da Captação, com regularização do terreno, revestimento primário dos acessos internos, implantação de dispositivos de drenagem superficial e plantio de grama;
  - Reconstrução da cerca de fechamento e instalação de portões de acesso;
  - Desassoreamento do reservatório à montante da barragem de nível;

- Recuperação estrutural das unidades integrantes da Captação (barragem de nível, caixa de areia e demais estruturas);
- Instalação de grades e comportas, bem como de guarda-corpo e grades de piso;
- Substituição de tubulações e conexões com problemas de conservação.

⇨ Implantação de Programas de Monitoramento, Manutenção e Conservação de Rotina, específicos para a unidade de Captação do Córrego Engenho da Serra e para a Adutora de Água Bruta;

⇨ Implantação de Programa de Proteção do Manancial de Abastecimento de Água;

⇨ Regularização de Licenças Ambientais e Outorgas;

⇨ Implementação de um plano de análises periódicas das características físicas e químicas da água bruta oriunda da captação (turbidez, cor, pH, alcalinidade, odor, condutividade, matéria orgânica e, eventualmente ferro e manganês).

1.b.4.2. Distrito de São Jerônimo dos Poções

No Distrito de São Jerônimo dos Poções o Sistema de Abastecimento de Água apresenta problemas críticos relacionados à ausência de tratamento e controle da água distribuída.

Para solucionar tais problemas são propostas as seguintes ações:

- Implantação de um Poço Tubular Profundo com capacidade para atender às demandas de água ao longo de todo o Período de Concessão;
- Desativação da atual captação na nascente localizada em propriedade particular;
- Implantação de uma Adutora interligando o Poço ao Sistema de Reservação e Distribuição de Água Potável;
- Implantação de Programas de Monitoramento, Manutenção e Conservação de Rotina específicos para as unidades de Captação e Adução de Água bruta do Distrito de São Jerônimo dos Poções;
- Regularização de Licenças Ambientais e Outorgas;
- Implementação de um plano de análises periódicas das características físicas e químicas da água bruta.

1.b.5. Apresentação dos Critérios de Dimensionamento

São demonstrados neste subitem os critérios de dimensionamento adotados para as unidades do SAA, abrangendo também a Captação e Adução de Água Bruta, a saber:

- Premissas de Projeto;
- Projeção de Demandas de Água;
- Dimensionamento das Unidades de Captação e Adução de Água Bruta.

1.b.5.1. Premissas de Projeto

O dimensionamento hidráulico das unidades de Captação e Adução de Água Bruta destinadas ao SAA de Campos Altos, foi elaborado em função das premissas definidas a seguir.

❑ **Período de Projeto**

De acordo com o item 2 do Anexo V (Termo de Referência) do Edital da presente licitação, o Prazo de Concessão é de 35 anos, contados da data de Assunção dos Serviços, admitida a prorrogação nas hipóteses previstas no Contrato e na legislação pertinente.

Dessa forma, para fins de dimensionamento das unidades integrantes do SAA de Campos Altos, considerou-se o Período (Horizonte) de Projeto de **35 anos**, ao longo do qual, foram estabelecidos cenários parciais associados a prazos imediato e de curto, médio e longo prazo, como mostrado na tabela a seguir, sendo adotado como Ano 1, o ano de 2023, de acordo com os itens 7.2 e 7.3 do Anexo V do Edital.

Tabela 10: Horizontes Parciais de Projeto

PRAZO	ANO INICIAL	ANO FINAL	PERÍODO (ANOS)
Imediato	2023 (1º)	2024 (2º)	2
Curto	2025 (3º)	2027 (5º)	3
Médio	2028 (6º)	2037 (15º)	10
Longo	2038 (16º)	2057 (35º)	20
TOTAL			**35**

Conforme indicado na tabela acima, 2023 corresponde ao Ano 1 do Período de Concessão.

❑ População de Projeto

Para o planejamento das obras necessárias ao SAA de Campos Altos, a princípio foram analisadas as informações contidas no item 6 do Anexo V do Edital que apresenta as projeções de crescimento da população ao longo da Concessão, tendo como ponto de partida a população total de 14.748 habitantes estimada pelo IBGE para o ano de 2022, antes da divulgação dos primeiros resultados do Censo Demográfico de 2022.

No entanto, durante o decorrer do processo de licitação em questão, ocorreu a divulgação desses resultados que indicam que a população da cidade de Campos Altos chegou a 12.979 habitantes no Censo de 2022, o que representa uma queda de -8,64% em comparação com o Censo de 2010.

Todavia o Censo de 2022 não divulgou ainda informações a respeito das parcelas correspondentes a população urbana e rural, tão pouco ao número de habitantes residentes no Distrito Sede e no Distrito de São Jerônimo dos Poções. Dessa forma, para fins de planejamento, estimou-se a projeção da população considerando como partida o número de habitantes informado pelo Censo de 2022, assim como a redução da taxa anual de crescimento constatada nos dados demográficos divulgados pelo IBGE, em relação ao Censo de 2010.

Assim sendo, considerou-se a projeção populacional apresentada na tabela a seguir:

Tabela 11: Projeção da População do Município de Campos Altos

ANO	ANO DA CONCESSÃO	POPULAÇÃO TOTAL URBANA (habitantes)	Área de Abrangência da Concessão		Taxa Anual de Crescimento (%)
			Distrito Sede	Distrito de São Jerônimo dos Poções	
2022	**0**	12.979	12.880	99	
2023	**1**	13.044	12.944	100	0,50%
2024	**2**	13.109	13.009	100	0,50%
2025	**3**	13.175	13.074	101	0,50%
2026	**4**	13.241	13.139	102	0,50%
2027	**5**	13.307	13.205	102	0,50%
2028	**6**	13.374	13.271	103	0,50%
2029	**7**	13.441	13.337	104	0,50%
2030	**8**	13.508	13.404	104	0,50%
2031	**9**	13.576	13.471	105	0,50%
2032	**10**	13.644	13.538	106	0,50%
2033	**11**	13.712	13.606	106	0,50%
2034	**12**	13.781	13.674	107	0,50%
2035	**13**	13.850	13.742	108	0,50%
2036	**14**	13.919	13.811	108	0,50%
2037	**15**	13.989	13.880	109	0,50%
2038	**16**	14.059	13.949	110	0,50%
2039	**17**	14.129	14.019	110	0,50%
2040	**18**	14.200	14.089	111	0,50%
2041	**19**	14.271	14.159	112	0,50%
2042	**20**	14.342	14.230	112	0,50%
2043	**21**	14.414	14.301	113	0,50%
2044	**22**	14.486	14.373	113	0,50%
2045	**23**	14.558	14.445	113	0,50%
2046	**24**	14.631	14.517	114	0,50%
2047	**25**	14.704	14.590	114	0,50%
2048	**26**	14.778	14.663	115	0,50%
2049	**27**	14.852	14.736	116	0,50%
2050	**28**	14.926	14.810	116	0,50%
2051	**29**	15.001	14.884	117	0,50%
2052	**30**	15.076	14.958	118	0,50%
2053	**31**	15.151	15.033	118	0,50%
2054	**32**	15.227	15.108	119	0,50%
2055	**33**	15.303	15.184	119	0,50%
2056	**34**	15.380	15.260	120	0,50%
2057	**35**	15.457	15.336	121	0,50%

Metas de Atendimento Previstas

De acordo com os dados do SNIS, em 2021, 86,48% da população residente na área urbana do Município de Campos Altos era atendida com abastecimento de água potável.

Nessa condição, em função do disposto no Anexo V do Edital, como referência e orientação para estabelecimento de metas da futura Concessão, foram consideradas as exigências da Lei Federal 14.026 de 15 de julho de 2020, que atualizou a Lei Federal nº 11.445/07, assim como o estabelecido na Portaria 490/2021 do Ministério de Desenvolvimento Regional e as diretrizes do PLANSAB (Plano Nacional de Saneamento Básico), aprovado pelo Decreto nº 8.141 de 20 de novembro de 2013.

Dessa forma, as metas de Cobertura do Abastecimento de Água (CAA) serão as seguintes:

Tabela 12: Metas de Cobertura do Abastecimento de Água

ANO DA CONCESSÃO	ANO CIVIL	CAA
1	2023	95%
6	2028	99%
11	2033	99%
35	2057	99%

❑ População a ser Atendida

Para fins de planejamento, a ORBIS AMBIENTAL considerou a Área de Abrangência da Concessão representada pela área urbana do Município de Campos Altos (Sede e Distrito de São Jerônimo dos Poções), sendo adotada no dimensionamento das unidades previstas para o SAA a população residente na área urbana.

Em função dos parâmetros anteriormente apresentados, foi considerada a evolução do atendimento pelo SAA definida na sequência.

Tabela 13: Projeção da População a ser Atendida com Abastecimento de Água

HORIZONTE PARCIAL	ANO DA CONCESSÃO	ANO	Distrito SEDE			Distrito de SÃO JERÔNIMO DOS POÇÕES			POPULAÇÃO TOTAL A SER ATENDIDA (habitantes/dia)
			POPULAÇÃO TOTAL URBANA (habitantes)	COBERTURA ABASTECIMENTO DE ÁGUA (%)	POPULAÇÃO A SER ATENDIDA (habitantes/dia)	POPULAÇÃO TOTAL URBANA (habitantes)	COBERTURA ABASTECIMENTO DE ÁGUA (%)	POPULAÇÃO A SER ATENDIDA (habitantes/dia)	
	0	2022	12.880	86,48%	**11.139**	99	0,00%	**-**	**11.139**
IMEDIATO	**1**	2023	12.944	95,00%	**12.297**	100	95,00%	**95**	**12.392**
	2	2024	13.009	97,00%	**12.619**	100	97,00%	**97**	**12.716**
CURTO	**3**	2025	13.074	99,00%	**12.943**	101	99,00%	**100**	**13.043**
	4	2026	13.139	99,00%	**13.008**	102	99,00%	**101**	**13.109**
	5	2027	13.205	99,00%	**13.073**	102	99,00%	**101**	**13.174**
MÉDIO	**6**	2028	13.271	99,00%	**13.138**	103	99,00%	**102**	**13.240**
	7	2029	13.337	99,00%	**13.204**	104	99,00%	**103**	**13.307**
	8	2030	13.404	99,00%	**13.270**	104	99,00%	**103**	**13.373**
	9	2031	13.471	99,00%	**13.336**	105	99,00%	**104**	**13.440**
	10	2032	13.538	99,00%	**13.403**	106	99,00%	**105**	**13.508**
	11	2033	13.606	99,00%	**13.470**	106	99,00%	**105**	**13.575**
	12	2034	13.674	99,00%	**13.537**	107	99,00%	**106**	**13.643**
	13	2035	13.742	99,00%	**13.605**	108	99,00%	**107**	**13.712**
	14	2036	13.811	99,00%	**13.673**	108	99,00%	**107**	**13.780**
	15	2037	13.880	99,00%	**13.741**	109	99,00%	**108**	**13.849**
LONGO	**16**	2038	13.949	99,00%	**13.810**	110	99,00%	**109**	**13.919**
	17	2039	14.019	99,00%	**13.879**	110	99,00%	**109**	**13.988**
	18	2040	14.089	99,00%	**13.948**	111	99,00%	**110**	**14.058**
	19	2041	14.159	99,00%	**14.017**	112	99,00%	**111**	**14.128**
	20	2042	14.230	99,00%	**14.088**	112	99,00%	**111**	**14.199**
	21	2043	14.301	99,00%	**14.158**	113	99,00%	**112**	**14.270**
	22	2044	14.373	99,00%	**14.229**	113	99,00%	**112**	**14.341**
	23	2045	14.445	99,00%	**14.301**	113	99,00%	**112**	**14.413**
	24	2046	14.517	99,00%	**14.372**	114	99,00%	**113**	**14.485**
	25	2047	14.590	99,00%	**14.444**	114	99,00%	**113**	**14.557**
	26	2048	14.663	99,00%	**14.516**	115	99,00%	**114**	**14.630**
	27	2049	14.736	99,00%	**14.589**	116	99,00%	**115**	**14.704**
	28	2050	14.810	99,00%	**14.662**	116	99,00%	**115**	**14.777**
	29	2051	14.884	99,00%	**14.735**	117	99,00%	**116**	**14.851**
	30	2052	14.958	99,00%	**14.808**	118	99,00%	**117**	**14.925**
	31	2053	15.033	99,00%	**14.883**	118	99,00%	**117**	**15.000**
	32	2054	15.108	99,00%	**14.957**	119	99,00%	**118**	**15.075**
	33	2055	15.184	99,00%	**15.032**	119	99,00%	**118**	**15.150**
	34	2056	15.260	99,00%	**15.107**	120	99,00%	**119**	**15.226**
	35	2057	15.336	99,00%	**15.183**	121	99,00%	**120**	**15.303**

Índice de Perdas na Distribuição

As Metas Quantitativas propostas para o SAA são as estabelecidas no item 7.2 do Anexo V (Termo de Referência) do Edital, que prevê a redução do Índice de Perdas na Distribuição (IPD) atual para 25% a médio prazo.

Portanto, essa redução deverá ocorrer da seguinte forma e para toda a área urbana do município de Campos Altos.

Tabela 14: Projeção da Redução do Índice de Perdas no Sistema de Abastecimento de Água

HORIZONTE PARCIAL	ANO DA CONCESSÃO	ANO	PERDA TOTAL PROJETADA (%)	
			Sede	São Jerônimo dos Poções
	0	2022	29,00%	60,00%
IMEDIATO	**1**	2023	29,00%	50,00%
	2	2024	28,20%	40,00%
CURTO	**3**	2025	27,40%	35,00%
	4	2026	26,60%	30,00%
	5	2027	25,80%	28,00%
MÉDIO	**6**	2028	25,00%	26,00%
	7	2029	25,00%	25,00%
	8	2030	25,00%	25,00%
	9	2031	25,00%	25,00%
	10	2032	25,00%	25,00%
	11	2033	25,00%	25,00%
	12	2034	25,00%	25,00%
	13	2035	25,00%	25,00%
	14	2036	25,00%	25,00%
	15	2037	25,00%	25,00%
LONGO	**16**	2038	25,00%	25,00%
	17	2039	25,00%	25,00%
	18	2040	25,00%	25,00%
	19	2041	25,00%	25,00%
	20	2042	25,00%	25,00%
	21	2043	25,00%	25,00%
	22	2044	25,00%	25,00%
	23	2045	25,00%	25,00%
	24	2046	25,00%	25,00%
	25	2047	25,00%	25,00%
	26	2048	25,00%	25,00%
	27	2049	25,00%	25,00%
	28	2050	25,00%	25,00%
	29	2051	25,00%	25,00%
	30	2052	25,00%	25,00%
	31	2053	25,00%	25,00%
	32	2054	25,00%	25,00%
	33	2055	25,00%	25,00%
	34	2056	25,00%	25,00%
	35	2057	25,00%	25,00%

Consumo "per capita"

Para fins de dimensionamento foi considerado o consumo "per capita" de **133 L/hab.dia**, informado pelo SNIS, correspondente ao ano de 2021.

Normas Técnicas

O dimensionamento das unidades de Captação e Adução de Água Bruta atenderá às Normas da ABNT pertinentes, relacionadas a seguir:

- NBR 12211 – Estudos de concepção de sistemas públicos de abastecimento de água;
- NBR 12214 – Projeto de sistema de bombeamento de água para abastecimento público;
- NBR 12215 – Projeto de adutora de água para abastecimento público.

O dimensionamento das adutoras de água bruta leva em consideração o seu diâmetro, comprimento, vazão e material proposto.

❑ **Velocidade do Fluido**

$$V = \frac{Q}{A}$$

Onde:

- V= Velocidade do fluido (m/s);
- Q= vazão de água bruta (m^3/s) – é a vazão dos poços dos quais a adutora leva a produção;
- Área= área do escoamento (m).

O cálculo da velocidade do fluido é importante, pois, além de estar relacionado à perda de carga, e consequentemente ao custo energético, existem normas que definem limites para este valor.

O valor limite da velocidade em tubulações não podem passar de 3 m/s segundo a NBR 12208.

❑ **Perda de Carga**

$$H_T = H_S + H_D + H_G$$

Sendo:

- HT: Perda de carga total (m);
- H_S: Perdas de cargas localizadas/singularidades (m):

$$H_S = \frac{k.v^2}{2g}$$

- H_D: Perdas de cargas distribuídas (m).

Fórmula de Hazen-Willians:

$$H_D = \frac{L \times 10{,}641 \times Q^{1,85}}{C^{1,85} \times D^{4,87}}$$

- H_G: Desnível Geométrico (m).

Destes:

- k= coeficiente de singularidades (depende do tipo de conexão ou equipamento instalado);
- g: aceleração da gravidade (m^2/s);
- L: comprimento da tubulação (m);
- C: coeficiente de rugosidade do material;
- D: diâmetro da tubulação (m).

1.b.5.2. Projeção de Demandas de Água

As vazões para atender à demanda de água tratada, ao longo do Período de Concessão, foram definidas considerando os seguintes parâmetros técnicos:

- P => População a ser atendida;
- q => Consumo "per capita" = 133 Litros/habitante.dia.;
- Q_M => Consumo (Vazão) Médio Diário;
- I => Perda Total Projetada;
- K_1 => Coeficiente do Dia de Maior Consumo = 1,2;
- K_2 => Coeficiente da Hora Maior Consumo = 1,5;
- Q_{MP} => Vazão Média com Perdas;
- Q_{MP} => Vazão Máxima Diária;
- Q_{MH} => Vazão Máxima Horária.

Tabela 15: Projeção de Demandas de Vazão de Água para o Distrito Sede

HORIZONTE PARCIAL	ANO DA CONCESSÃO	ANO	POPULAÇÃO ATENDIDA (hab)	CONSUMO "PER CAPITA" (L/hab.dia)	VAZÃO MÉDIA SEM PERDA (L/s)	PERDA TOTAL PROJETADA (%)	VAZÃO MÉDIA COM PERDA (L/s)	VAZÃO MÁXIMA DIÁRIA (L/s)	VAZÃO MÁXIMA HORÁRIA (L/s)
	0	2022	11.139	133	17,15	29,00%	24,15	28,98	43,47
IMEDIATO	**1**	2023	12.297	133	18,93	29,00%	26,66	31,99	47,99
	2	2024	12.619	133	19,43	28,20%	27,05	32,47	48,70
CURTO	**3**	2025	12.943	133	19,92	27,40%	27,44	32,93	49,40
	4	2026	13.008	133	20,02	26,60%	27,28	32,74	49,10
	5	2027	13.073	133	20,12	25,80%	27,12	32,55	48,82
MÉDIO	**6**	2028	13.138	133	20,22	25,00%	26,97	32,36	48,54
	7	2029	13.204	133	20,33	25,00%	27,10	32,52	48,78
	8	2030	13.270	133	20,43	25,00%	27,24	32,68	49,03
	9	2031	13.336	133	20,53	25,00%	27,37	32,85	49,27
	10	2032	13.403	133	20,63	25,00%	27,51	33,01	49,52
	11	2033	13.470	133	20,74	25,00%	27,65	33,18	49,76
	12	2034	13.537	133	20,84	25,00%	27,78	33,34	50,01
	13	2035	13.605	133	20,94	25,00%	27,92	33,51	50,26
	14	2036	13.673	133	21,05	25,00%	28,06	33,68	50,51
	15	2037	13.741	133	21,15	25,00%	28,20	33,84	50,77
LONGO	**16**	2038	13.810	133	21,26	25,00%	28,34	34,01	51,02
	17	2039	13.879	133	21,36	25,00%	28,49	34,18	51,28
	18	2040	13.948	133	21,47	25,00%	28,63	34,35	51,53
	19	2041	14.017	133	21,58	25,00%	28,77	34,52	51,79
	20	2042	14.088	133	21,69	25,00%	28,92	34,70	52,05
	21	2043	14.158	133	21,79	25,00%	29,06	34,87	52,31
	22	2044	14.229	133	21,90	25,00%	29,20	35,05	52,57
	23	2045	14.301	133	22,01	25,00%	29,35	35,22	52,83
	24	2046	14.372	133	22,12	25,00%	29,50	35,40	53,10
	25	2047	14.444	133	22,23	25,00%	29,65	35,58	53,36
	26	2048	14.516	133	22,35	25,00%	29,79	35,75	53,63
	27	2049	14.589	133	22,46	25,00%	29,94	35,93	53,90
	28	2050	14.662	133	22,57	25,00%	30,09	36,11	54,17
	29	2051	14.735	133	22,68	25,00%	30,24	36,29	54,44
	30	2052	14.808	133	22,79	25,00%	30,39	36,47	54,71
	31	2053	14.883	133	22,91	25,00%	30,55	36,66	54,98
	32	2054	14.957	133	23,02	25,00%	30,70	36,84	55,26
	33	2055	15.032	133	23,14	25,00%	30,85	37,02	55,53
	34	2056	15.107	133	23,25	25,00%	31,01	37,21	55,81
	35	2057	15.183	133	23,37	25,00%	31,16	37,40	56,09

Tabela 16: Projeção de Demandas de Vazão de Água para o Distrito de São Jerônimo dos Poções

HORIZONTE PARCIAL	ANO DA CONCESSÃO	ANO	POPULAÇÃO ATENDIDA (hab)	CONSUMO "PER CAPITA" (L/hab.dia)	VAZÃO MÉDIA SEM PERDA (L/s)	PERDA TOTAL PROJETADA (%)	VAZÃO MÉDIA COM PERDA (L/s)	VAZÃO MÁXIMA DIÁRIA (L/s)	VAZÃO MÁXIMA HORÁRIA (L/s)
	0	2022	0	133,00	-	60,00%	-	-	-
IMEDIATO	**1**	2023	95	133,00	0,15	50,00%	0,29	0,35	0,53
	2	2024	97	133,00	0,15	40,00%	0,25	0,30	0,45
CURTO	**3**	2025	100	133,00	0,15	35,00%	0,24	0,28	0,43
	4	2026	101	133,00	0,16	30,00%	0,22	0,27	0,40
	5	2027	101	133,00	0,16	28,00%	0,22	0,26	0,39
MÉDIO	**6**	2028	102	133,00	0,16	26,00%	0,21	0,25	0,38
	7	2029	103	133,00	0,16	25,00%	0,21	0,25	0,38
	8	2030	103	133,00	0,16	25,00%	0,21	0,25	0,38
	9	2031	104	133,00	0,16	25,00%	0,21	0,26	0,38
	10	2032	105	133,00	0,16	25,00%	0,22	0,26	0,39
	11	2033	105	133,00	0,16	25,00%	0,22	0,26	0,39
	12	2034	106	133,00	0,16	25,00%	0,22	0,26	0,39
	13	2035	107	133,00	0,16	25,00%	0,22	0,26	0,40
	14	2036	107	133,00	0,16	25,00%	0,22	0,26	0,40
	15	2037	108	133,00	0,17	25,00%	0,22	0,27	0,40
LONGO	**16**	2038	109	133,00	0,17	25,00%	0,22	0,27	0,40
	17	2039	109	133,00	0,17	25,00%	0,22	0,27	0,40
	18	2040	110	133,00	0,17	25,00%	0,23	0,27	0,41
	19	2041	111	133,00	0,17	25,00%	0,23	0,27	0,41
	20	2042	111	133,00	0,17	25,00%	0,23	0,27	0,41
	21	2043	112	133,00	0,17	25,00%	0,23	0,28	0,41
	22	2044	112	133,00	0,17	25,00%	0,23	0,28	0,41
	23	2045	112	133,00	0,17	25,00%	0,23	0,28	0,41
	24	2046	113	133,00	0,17	25,00%	0,23	0,28	0,42
	25	2047	113	133,00	0,17	25,00%	0,23	0,28	0,42
	26	2048	114	133,00	0,18	25,00%	0,23	0,28	0,42
	27	2049	115	133,00	0,18	25,00%	0,24	0,28	0,42
	28	2050	115	133,00	0,18	25,00%	0,24	0,28	0,42
	29	2051	116	133,00	0,18	25,00%	0,24	0,29	0,43
	30	2052	117	133,00	0,18	25,00%	0,24	0,29	0,43
	31	2053	117	133,00	0,18	25,00%	0,24	0,29	0,43
	32	2054	118	133,00	0,18	25,00%	0,24	0,29	0,44
	33	2055	118	133,00	0,18	25,00%	0,24	0,29	0,44
	34	2056	119	133,00	0,18	25,00%	0,24	0,29	0,44
	35	2057	120	133,00	0,18	25,00%	0,25	0,30	0,44

1.b.5.3. Dimensionamento das Unidades de Captação e Adução de Água Bruta

Com base nas premissas de projeto e na projeção de demanda de água para o Período de Concessão, foram dimensionadas as Unidades de Captação e Adução de Água Bruta para o SAA de Campos Altos, conforme demonstrado a seguir:

a) Determinação das Vazões Necessárias de Captação

Para o dimensionamento do Sistema de Captação e Adução de Água Bruta foram consideradas as vazões máximas diárias previstas para o Período de Concessão, incrementadas com taxa de perda de vazão em função da operação da Estação de Tratamento de Água (ETA existente).

Assim sendo, para final de plano (Ano 35) tem-se:

$$Qc = Q + QL$$

- Qc = Vazão necessária de captação (L/s);
- Q = Vazão de dimensionamento;
- QL = Vazão de perda de água com processo de lavagem dos filtros na ETA de 4%.

❑ **Distrito Sede**

$$QL = Q \times i = 37,40 \times 4\% = 1,496 \text{ L/s}$$

Portanto:

Qc = 37,40 + 1,496 = 38,896 L/s ou 3.360,61 m³/dia.

Este roteiro foi repetido para os demais anos do Período de Concessão, obtendo-se assim a projeção das vazões de captação necessárias para o Distrito Sede, conforme mostra a tabela a seguir:

Tabela 17: Projeção de Demandas de Vazão de Captação de Água Bruta para o Distrito Sede

HORIZONTE PARCIAL	ANO DA CONCESSÃO	ANO	VAZÃO MÁXIMA DIÁRIA (L/s)	VAZÃO NECESSÁRIA DE CAPTAÇÃO (L/s)	PRODUÇÃO NECESSÁRIA (m³/dia)
	0	2022	28,98	30,14	2.604,08
IMEDIATO	**1**	2023	31,99	33,27	2.874,80
	2	2024	32,47	33,76	2.917,20
CURTO	**3**	2025	32,93	34,25	2.959,13
	4	2026	32,74	34,05	2.941,58
	5	2027	32,55	33,85	2.924,41
MÉDIO	**6**	2028	32,36	33,65	2.907,60
	7	2029	32,52	33,82	2.922,20
	8	2030	32,68	33,99	2.936,81
	9	2031	32,85	34,16	2.951,42
	10	2032	33,01	34,33	2.966,24
	11	2033	33,18	34,50	2.981,07
	12	2034	33,34	34,67	2.995,90
	13	2035	33,51	34,85	3.010,95
	14	2036	33,68	35,02	3.026,00
	15	2037	33,84	35,20	3.041,05
LONGO	**16**	2038	34,01	35,37	3.056,32
	17	2039	34,18	35,55	3.071,59
	18	2040	34,35	35,73	3.086,86
	19	2041	34,52	35,90	3.102,13
	20	2042	34,70	36,09	3.117,84
	21	2043	34,87	36,27	3.133,34
	22	2044	35,05	36,45	3.149,05
	23	2045	35,22	36,63	3.164,98
	24	2046	35,40	36,81	3.180,70
	25	2047	35,58	37,00	3.196,63
	26	2048	35,75	37,18	3.212,56
	27	2049	35,93	37,37	3.228,72
	28	2050	36,11	37,56	3.244,88
	29	2051	36,29	37,74	3.261,03
	30	2052	36,47	37,93	3.277,19
	31	2053	36,66	38,12	3.293,79
	32	2054	36,84	38,31	3.310,16
	33	2055	37,02	38,50	3.326,76
	34	2056	37,21	38,70	3.343,36
	35	2057	37,40	38,90	3.360,61

❑ Distrito de São Jerônimo dos Poções

$$QL = Q \times i = 0{,}2956 \times 4\% = 0{,}01182 \text{ L/s}$$

Portanto:

$$Qc = 0{,}2956 + 0{,}01182 = \textbf{0,307 L/s ou 26,56 m³/dia.}$$

Para os demais anos do Período de Concessão foi repetido o roteiro de cálculo acima, obtendo-se dessa forma a projeção das vazões de captação necessárias para o Distrito de São Jerônimo dos Poções, conforme mostra a tabela a seguir.

Tabela 18: Projeção de Demandas de Vazão de Captação de Água Bruta para o Distrito de São Jerônimo dos Poções

HORIZONTE PARCIAL	ANO DA CONCESSÃO	ANO	VAZÃO MÁXIMA DIÁRIA (L/s)	VAZÃO NECESSÁRIA DE CAPTAÇÃO (L/s)	PRODUÇÃO NECESSÁRIA (m³/dia)
	0	2022	-	-	-
IMEDIATO	**1**	2023	0,35	0,37	31,54
	2	2024	0,30	0,31	26,83
CURTO	**3**	2025	0,28	0,30	25,54
	4	2026	0,27	0,28	23,95
	5	2027	0,26	0,27	23,28
MÉDIO	**6**	2028	0,25	0,26	22,88
	7	2029	0,25	0,26	22,80
	8	2030	0,25	0,26	22,80
	9	2031	0,26	0,27	23,02
	10	2032	0,26	0,27	23,24
	11	2033	0,26	0,27	23,24
	12	2034	0,26	0,27	23,46
	13	2035	0,26	0,27	23,68
	14	2036	0,26	0,27	23,68
	15	2037	0,27	0,28	23,90
LONGO	**16**	2038	0,27	0,28	24,12
	17	2039	0,27	0,28	24,12
	18	2040	0,27	0,28	24,34
	19	2041	0,27	0,28	24,57
	20	2042	0,27	0,28	24,57
	21	2043	0,28	0,29	24,79
	22	2044	0,28	0,29	24,79
	23	2045	0,28	0,29	24,79
	24	2046	0,28	0,29	25,01
	25	2047	0,28	0,29	25,01
	26	2048	0,28	0,29	25,23
	27	2049	0,28	0,29	25,45
	28	2050	0,28	0,29	25,45
	29	2051	0,29	0,30	25,67
	30	2052	0,29	0,30	25,89
	31	2053	0,29	0,30	25,89
	32	2054	0,29	0,30	26,11
	33	2055	0,29	0,30	26,11
	34	2056	0,29	0,30	26,34
	35	2057	0,2956	0,307	26,56

b) Capacidade das Unidades Existentes

❑ Distrito Sede

Exceção feita aos períodos de estiagem, a unidade existente de Captação de Água Bruta possui capacidade para atender às demandas de água até o 32º Ano de Concessão, operando com vazão de 46 L/s em regime de 20 horas/dia. Nos 3 últimos anos da Concessão, a operação poderá ser estendida além das 20 horas diárias, de maneira a suprir às necessidades do sistema produtor.

Esta situação não se mantém nos períodos de estiagem, quando a captação é reduzida de 46 para 25 L/s, ocasião em que o sistema é deficitário ao longo de toda a Concessão.

As tabelas a seguir demonstram a avaliação da capacidade operacional da Captação Engenho da Serra.

Tabela 19: Avaliação da Capacidade Operacional da Captação Existente no Distrito Sede

HORIZONTE PARCIAL	ANO DA CONCESSÃO	ANO	VAZÃO MÁXIMA DIÁRIA (L/s)	PRODUÇÃO NECESSÁRIA (m³/dia)	CAPTAÇÕES EXISTENTES			
					Captação Superficial Córrego Engenho da Serra - 46 L/s (m³/h)	Tempo de Operação (h)	Total (m³/dia)	Déficit ou Excedente (m³/dia)
	0	2022	28,98	2.604,08	165,60	16	2.649,60	45,52
IMEDIATO	**1**	2023	31,99	2.874,80	165,60	20	3.312,00	437,20
	2	2024	32,47	2.917,20	165,60	20	3.312,00	394,80
CURTO	**3**	2025	32,93	2.959,13	165,60	20	3.312,00	352,87
	4	2026	32,74	2.941,58	165,60	20	3.312,00	370,42
	5	2027	32,55	2.924,41	165,60	20	3.312,00	387,59
MÉDIO	**6**	2028	32,36	2.907,60	165,60	20	3.312,00	404,40
	7	2029	32,52	2.922,20	165,60	20	3.312,00	389,80
	8	2030	32,68	2.936,81	165,60	20	3.312,00	375,19
	9	2031	32,85	2.951,42	165,60	20	3.312,00	360,58
	10	2032	33,01	2.966,24	165,60	20	3.312,00	345,76
	11	2033	33,18	2.981,07	165,60	20	3.312,00	330,93
	12	2034	33,34	2.995,90	165,60	20	3.312,00	316,10
	13	2035	33,51	3.010,95	165,60	20	3.312,00	301,05
	14	2036	33,68	3.026,00	165,60	20	3.312,00	286,00
	15	2037	33,84	3.041,05	165,60	20	3.312,00	270,95
LONGO	**16**	2038	34,01	3.056,32	165,60	20	3.312,00	255,68
	17	2039	34,18	3.071,59	165,60	20	3.312,00	240,41
	18	2040	34,35	3.086,86	165,60	20	3.312,00	225,14
	19	2041	34,52	3.102,13	165,60	20	3.312,00	209,87
	20	2042	34,70	3.117,84	165,60	20	3.312,00	194,16
	21	2043	34,87	3.133,34	165,60	20	3.312,00	178,66
	22	2044	35,05	3.149,05	165,60	20	3.312,00	162,95
	23	2045	35,22	3.164,98	165,60	20	3.312,00	147,02
	24	2046	35,40	3.180,70	165,60	20	3.312,00	131,30
	25	2047	35,58	3.196,63	165,60	20	3.312,00	115,37
	26	2048	35,75	3.212,56	165,60	20	3.312,00	99,44
	27	2049	35,93	3.228,72	165,60	20	3.312,00	83,28
	28	2050	36,11	3.244,88	165,60	20	3.312,00	67,12
	29	2051	36,29	3.261,03	165,60	20	3.312,00	50,97
	30	2052	36,47	3.277,19	165,60	20	3.312,00	34,81
	31	2053	36,66	3.293,79	165,60	20	3.312,00	18,21
	32	2054	36,84	3.310,16	165,60	20	3.312,00	1,84
	33	2055	37,02	3.326,76	165,60	20	3.312,00	- 14,76
	34	2056	37,21	3.343,36	165,60	20	3.312,00	- 31,36
	35	2057	37,40	3.360,61	165,60	20	3.312,00	- 48,61

Tabela 20: Avaliação da Capacidade Operacional da Captação Existente no Distrito Sede, considerando os períodos de estiagem

HORIZONTE PARCIAL	ANO DA CONCESSÃO	ANO	VAZÃO MÁXIMA DIÁRIA (L/s)	PRODUÇÃO NECESSÁRIA (m3/dia)	CAPTAÇÕES EXISTENTES			
					Captação Superficial Córrego Engenho da Serra - 25 L/s (m3/h)	Tempo de Operação (h)	Total (m³/dia)	Déficit ou Excedente (m³/dia)
	0	2022	28,98	2.604,08	90,00	24	2.160,00	- 444,08
IMEDIATO	**1**	2023	31,99	2.874,80	90,00	24	2.160,00	- 714,80
	2	2024	32,47	2.917,20	90,00	24	2.160,00	- 757,20
CURTO	**3**	2025	32,93	2.959,13	90,00	24	2.160,00	- 799,13
	4	2026	32,74	2.941,58	90,00	24	2.160,00	- 781,58
	5	2027	32,55	2.924,41	90,00	24	2.160,00	- 764,41
MÉDIO	**6**	2028	32,36	2.907,60	90,00	24	2.160,00	- 747,60
	7	2029	32,52	2.922,20	90,00	24	2.160,00	- 762,20
	8	2030	32,68	2.936,81	90,00	24	2.160,00	- 776,81
	9	2031	32,85	2.951,42	90,00	24	2.160,00	- 791,42
	10	2032	33,01	2.966,24	90,00	24	2.160,00	- 806,24
	11	2033	33,18	2.981,07	90,00	24	2.160,00	- 821,07
	12	2034	33,34	2.995,90	90,00	24	2.160,00	- 835,90
	13	2035	33,51	3.010,95	90,00	24	2.160,00	- 850,95
	14	2036	33,68	3.026,00	90,00	24	2.160,00	- 866,00
	15	2037	33,84	3.041,05	90,00	24	2.160,00	- 881,05
LONGO	**16**	2038	34,01	3.056,32	90,00	24	2.160,00	- 896,32
	17	2039	34,18	3.071,59	90,00	24	2.160,00	- 911,59
	18	2040	34,35	3.086,86	90,00	24	2.160,00	- 926,86
	19	2041	34,52	3.102,13	90,00	24	2.160,00	- 942,13
	20	2042	34,70	3.117,84	90,00	24	2.160,00	- 957,84
	21	2043	34,87	3.133,34	90,00	24	2.160,00	- 973,34
	22	2044	35,05	3.149,05	90,00	24	2.160,00	- 989,05
	23	2045	35,22	3.164,98	90,00	24	2.160,00	- 1.004,98
	24	2046	35,40	3.180,70	90,00	24	2.160,00	- 1.020,70
	25	2047	35,58	3.196,63	90,00	24	2.160,00	- 1.036,63
	26	2048	35,75	3.212,56	90,00	24	2.160,00	- 1.052,56
	27	2049	35,93	3.228,72	90,00	24	2.160,00	- 1.068,72
	28	2050	36,11	3.244,88	90,00	24	2.160,00	- 1.084,88
	29	2051	36,29	3.261,03	90,00	24	2.160,00	- 1.101,03
	30	2052	36,47	3.277,19	90,00	24	2.160,00	- 1.117,19
	31	2053	36,66	3.293,79	90,00	24	2.160,00	- 1.133,79
	32	2054	36,84	3.310,16	90,00	24	2.160,00	- 1.150,16
	33	2055	37,02	3.326,76	90,00	24	2.160,00	- 1.166,76
	34	2056	37,21	3.343,36	90,00	24	2.160,00	- 1.183,36
	35	2057	37,40	3.360,61	90,00	24	2.160,00	- 1.200,61

❑ **Distrito São Jerônimo dos Poções**

A concepção proposta para o SAA do Distrito de São Jerônimo dos Poções não considerou o aproveitamento da atual captação de água bruta, realizada na nascente localizada em propriedade particular, sendo prevista a implantação de um Poço Tubular Profundo para atender a localidade em questão.

c) Dimensionamento das Unidades de Captação e Adução de Água Bruta – Distrito Sede

c.1. Captação de Água Bruta

Demonstrou-se ao longo da apresentação dos tópicos anteriores que a concepção proposta pela ORBIS AMBIENTAL prevê o aproveitamento da unidade de captação existente, sendo ela, no entanto, submetida a intervenções de recuperação, adequação e melhorias.

A concepção proposta considerou ainda a implantação de novas unidades de captação e adução visando ampliar a capacidade de produção de água tratada, para atender às vazões estimadas ao longo da Concessão.

Assim sendo, a concepção final do Sistema de Captação de Água Bruta do Distrito Sede, considerou as seguintes proposições:

- Aproveitamento da Captação existente no Córrego Engenho da Serra que deverá ser submetida à intervenções de recuperação, adequação e melhorias;
- Aproveitamento da atual Adutora de Água Bruta que abastece a ETA existente;
- Implantação de 2 Poços Tubulares Profundos com vazão unitária de 10 L/s, e respectivas Adutoras de Água Bruta.

Ao longo do Período de Concessão espera-se 2 cenários onde as unidades de Captação de Água Bruta operarão em regimes diferenciados, a saber:

⇨ Regime normal, fora dos períodos de estiagem, onde teremos as seguintes condições operacionais:

- Captação Existente operando 20 horas/dia com vazão de 46 L/s;
- Poços P-01 e P-02 operando 16 horas/dia, com vazão total de 20 L/s, a partir do 2º Ano da Concessão.

⇨ Regime nos períodos de estiagem com as seguintes condições operacionais:

- Captação Existente operando 24 horas/dia com vazão de 25 L/s. Para suprir o abastecimento da ETA, esta unidade deverá operar por 24 horas/dia no Ano 1 da Concessão, e por 20 horas/dia no Ano 1 ao Ano 27, e 22 horas/dia entre os Anos 28 e 35.
- Poços P-01 e P-02 operando 20 horas/dia com vazão total de 20 L/s, a partir do 2º Ano da Concessão.

As tabelas a seguir demonstram as condições operacionais previstas para as unidades de Captação de Água Bruta do Distrito Sede, para ambos os regimes previstos.

Tabela 21: Avaliação das capacidades operacionais das unidades de Captação de Água Bruta do Distrito Sede em Regime Normal

HORIZONTE PARCIAL	ANO DA CONCESSÃO	ANO	VAZÃO MÁXIMA DIÁRIA (L/s)	PRODUÇÃO NECESSÁRIA (m³/dia)	CAPTAÇÕES EXISTENTES				CAPTAÇÕES PROPOSTAS			TOTAL (m³/dia)	DÉFICIT ou EXCEDENTE (m³/dia)
					Captação Superficial Córrego Engenho da Serra - 46 L/s (m³/dia)	Tempo de Operação (h)	Total (m³/dia)	Déficit ou Excedente (m³/dia)	Poços Tubulares Profundos - 2 x 10 L/s (m³/h)	Tempo de Operação (h)	Total (m³/dia)		
	0	2022	28,98	2.604,08	165,60	16	2.649,60	45,52	-	-	-	2.649,60	45,52
IMEDIATO	**1**	2023	31,99	2.874,80	165,60	20	3.312,00	437,20	-	-	-	3.312,00	437,20
	2	2024	32,47	2.917,20	165,60	20	3.312,00	394,80	-	-	-	3.312,00	394,80
CURTO	**3**	2025	32,93	2.959,13	165,60	20	3.312,00	352,87	72,00	16	1.152,00	4.464,00	1.504,87
	4	2026	32,74	2.941,58	165,60	20	3.312,00	370,42	72,00	16	1.152,00	4.464,00	1.522,42
	5	2027	32,55	2.924,41	165,60	20	3.312,00	387,59	72,00	16	1.152,00	4.464,00	1.539,59
MÉDIO	**6**	2028	32,36	2.907,60	165,60	20	3.312,00	404,40	72,00	16	1.152,00	4.464,00	1.556,40
	7	2029	32,52	2.922,20	165,60	20	3.312,00	389,80	72,00	16	1.152,00	4.464,00	1.541,80
	8	2030	32,68	2.936,81	165,60	20	3.312,00	375,19	72,00	16	1.152,00	4.464,00	1.527,19
	9	2031	32,85	2.951,42	165,60	20	3.312,00	360,58	72,00	16	1.152,00	4.464,00	1.512,58
	10	2032	33,01	2.966,24	165,60	20	3.312,00	345,76	72,00	16	1.152,00	4.464,00	1.497,76
	11	2033	33,18	2.981,07	165,60	20	3.312,00	330,93	72,00	16	1.152,00	4.464,00	1.482,93
	12	2034	33,34	2.995,90	165,60	20	3.312,00	316,10	72,00	16	1.152,00	4.464,00	1.468,10
	13	2035	33,51	3.010,95	165,60	20	3.312,00	301,05	72,00	16	1.152,00	4.464,00	1.453,05
	14	2036	33,68	3.026,00	165,60	20	3.312,00	286,00	72,00	16	1.152,00	4.464,00	1.438,00
	15	2037	33,84	3.041,05	165,60	20	3.312,00	270,95	72,00	16	1.152,00	4.464,00	1.422,95
LONGO	**16**	2038	34,01	3.056,32	165,60	20	3.312,00	255,68	72,00	16	1.152,00	4.464,00	1.407,68
	17	2039	34,18	3.071,59	165,60	20	3.312,00	240,41	72,00	16	1.152,00	4.464,00	1.392,41
	18	2040	34,35	3.086,86	165,60	20	3.312,00	225,14	72,00	16	1.152,00	4.464,00	1.377,14
	19	2041	34,52	3.102,13	165,60	20	3.312,00	209,87	72,00	16	1.152,00	4.464,00	1.361,87
	20	2042	34,70	3.117,84	165,60	20	3.312,00	194,16	72,00	16	1.152,00	4.464,00	1.346,16
	21	2043	34,87	3.133,34	165,60	20	3.312,00	178,66	72,00	16	1.152,00	4.464,00	1.330,66
	22	2044	35,05	3.149,05	165,60	20	3.312,00	162,95	72,00	16	1.152,00	4.464,00	1.314,95
	23	2045	35,22	3.164,98	165,60	20	3.312,00	147,02	72,00	16	1.152,00	4.464,00	1.299,02
	24	2046	35,40	3.180,70	165,60	20	3.312,00	131,30	72,00	16	1.152,00	4.464,00	1.283,30
	25	2047	35,58	3.196,63	165,60	20	3.312,00	115,37	72,00	16	1.152,00	4.464,00	1.267,37
	26	2048	35,75	3.212,56	165,60	20	3.312,00	99,44	72,00	16	1.152,00	4.464,00	1.251,44
	27	2049	35,93	3.228,72	165,60	20	3.312,00	83,28	72,00	16	1.152,00	4.464,00	1.235,28
	28	2050	36,11	3.244,88	165,60	20	3.312,00	67,12	72,00	16	1.152,00	4.464,00	1.219,12
	29	2051	36,29	3.261,03	165,60	20	3.312,00	50,97	72,00	16	1.152,00	4.464,00	1.202,97
	30	2052	36,47	3.277,19	165,60	20	3.312,00	34,81	72,00	16	1.152,00	4.464,00	1.186,81
	31	2053	36,66	3.293,79	165,60	20	3.312,00	18,21	72,00	16	1.152,00	4.464,00	1.170,21
	32	2054	36,84	3.310,16	165,60	20	3.312,00	1,84	72,00	16	1.152,00	4.464,00	1.153,84
	33	2055	37,02	3.326,76	165,60	20	3.312,00	- 14,76	72,00	16	1.152,00	4.464,00	1.137,24
	34	2056	37,21	3.343,36	165,60	20	3.312,00	- 31,36	72,00	16	1.152,00	4.464,00	1.120,64
	35	2057	37,40	3.360,61	165,60	20	3.312,00	- 48,61	72,00	16	1.152,00	4.464,00	1.103,39

Tabela 22: Avaliação das capacidades operacionais das unidades de Captação de Água Bruta do Distrito Sede nos Períodos de Estiagem

HORIZONTE PARCIAL	ANO DA CONCESSÃO	ANO	VAZÃO MÁXIMA DIÁRIA (L/s)	PRODUÇÃO NECESSÁRIA (m³/dia)	CAPTAÇÕES EXISTENTES				CAPTAÇÕES PROPOSTAS			TOTAL (m³/dia)	DÉFICIT ou EXCEDENTE (m³/dia)
					Captação Superficial Córrego Engenho da Serra - 25 L/s (m³/h)	Tempo de Operação (h)	Total (m³/dia)	Déficit ou Excedente (m³/dia)	Poços Tubulares Profundos - 2x10 L/s (m³/h)	Tempo de Operação (h)	Total (m³/dia)		
	0	2022	28,98	2.604,08	90,00	24	2.160,00	- 444,08	-	-	-	2.160,00	- 444,08
IMEDIATO	1	2023	31,99	2.874,80	90,00	24	2.160,00	- 714,80	-	-	-	2.160,00	- 714,80
	2	2024	32,47	2.917,20	90,00	20	1.800,00	- 1.117,20	72,00	20	1.440,00	3.240,00	322,80
CURTO	3	2025	32,93	2.959,13	90,00	20	1.800,00	- 1.159,13	72,00	20	1.440,00	3.240,00	280,87
	4	2026	32,74	2.941,58	90,00	20	1.800,00	- 1.141,58	72,00	20	1.440,00	3.240,00	298,42
	5	2027	32,55	2.924,41	90,00	20	1.800,00	- 1.124,41	72,00	20	1.440,00	3.240,00	315,59
MÉDIO	6	2028	32,36	2.907,60	90,00	20	1.800,00	- 1.107,60	72,00	20	1.440,00	3.240,00	332,40
	7	2029	32,52	2.922,20	90,00	20	1.800,00	- 1.122,20	72,00	20	1.440,00	3.240,00	317,80
	8	2030	32,68	2.936,81	90,00	20	1.800,00	- 1.136,81	72,00	20	1.440,00	3.240,00	303,19
	9	2031	32,85	2.951,42	90,00	20	1.800,00	- 1.151,42	72,00	20	1.440,00	3.240,00	288,58
	10	2032	33,01	2.966,24	90,00	20	1.800,00	- 1.166,24	72,00	20	1.440,00	3.240,00	273,76
	11	2033	33,18	2.981,07	90,00	20	1.800,00	- 1.181,07	72,00	20	1.440,00	3.240,00	258,93
	12	2034	33,34	2.995,90	90,00	20	1.800,00	- 1.195,90	72,00	20	1.440,00	3.240,00	244,10
	13	2035	33,51	3.010,95	90,00	20	1.800,00	- 1.210,95	72,00	20	1.440,00	3.240,00	229,05
	14	2036	33,68	3.026,00	90,00	20	1.800,00	- 1.226,00	72,00	20	1.440,00	3.240,00	214,00
	15	2037	33,84	3.041,05	90,00	20	1.800,00	- 1.241,05	72,00	20	1.440,00	3.240,00	198,95
LONGO	16	2038	34,01	3.056,32	90,00	20	1.800,00	- 1.256,32	72,00	20	1.440,00	3.240,00	183,68
	17	2039	34,18	3.071,59	90,00	20	1.800,00	- 1.271,59	72,00	20	1.440,00	3.240,00	168,41
	18	2040	34,35	3.086,86	90,00	20	1.800,00	- 1.286,86	72,00	20	1.440,00	3.240,00	153,14
	19	2041	34,52	3.102,13	90,00	20	1.800,00	- 1.302,13	72,00	20	1.440,00	3.240,00	137,87
	20	2042	34,70	3.117,84	90,00	20	1.800,00	- 1.317,84	72,00	20	1.440,00	3.240,00	122,16
	21	2043	34,87	3.133,34	90,00	20	1.800,00	- 1.333,34	72,00	20	1.440,00	3.240,00	106,66
	22	2044	35,05	3.149,05	90,00	20	1.800,00	- 1.349,05	72,00	20	1.440,00	3.240,00	90,95
	23	2045	35,22	3.164,98	90,00	20	1.800,00	- 1.364,98	72,00	20	1.440,00	3.240,00	75,02
	24	2046	35,40	3.180,70	90,00	20	1.800,00	- 1.380,70	72,00	20	1.440,00	3.240,00	59,30
	25	2047	35,58	3.196,63	90,00	20	1.800,00	- 1.396,63	72,00	20	1.440,00	3.240,00	43,37
	26	2048	35,75	3.212,56	90,00	20	1.800,00	- 1.412,56	72,00	20	1.440,00	3.240,00	27,44
	27	2049	35,93	3.228,72	90,00	20	1.800,00	- 1.428,72	72,00	20	1.440,00	3.240,00	11,28
	28	2050	36,11	3.244,88	90,00	22	1.980,00	- 1.264,88	72,00	20	1.440,00	3.420,00	175,12
	29	2051	36,29	3.261,03	90,00	22	1.980,00	- 1.281,03	72,00	20	1.440,00	3.420,00	158,97
	30	2052	36,47	3.277,19	90,00	22	1.980,00	- 1.297,19	72,00	20	1.440,00	3.420,00	142,81
	31	2053	36,66	3.293,79	90,00	22	1.980,00	- 1.313,79	72,00	20	1.440,00	3.420,00	126,21
	32	2054	36,84	3.310,16	90,00	22	1.980,00	- 1.330,16	72,00	20	1.440,00	3.420,00	109,84
	33	2055	37,02	3.326,76	90,00	22	1.980,00	- 1.346,76	72,00	20	1.440,00	3.420,00	93,24
	34	2056	37,21	3.343,36	90,00	22	1.980,00	- 1.363,36	72,00	20	1.440,00	3.420,00	76,64
	35	2057	37,40	3.360,61	90,00	22	1.980,00	- 1.380,61	72,00	20	1.440,00	3.420,00	59,39

Conforme demonstrado nas tabelas apresentadas anteriormente, as proposições consideradas para o Sistema de Captação de Água Bruta, após as intervenções previstas para a atual Captação do Córrego Engenho da Serra e a implantação dos novos Poços Tubulares Profundos, serão suficientes para atender com folga às demandas de vazões estimadas para o Distrito Sede, durante o Período de Concessão.

c.2. Adutora de Água Bruta Existente

A atual linha de adução de água bruta, denominada AAB-1, que realiza o transporte, por gravidade, da água oriunda da Captação do Córrego Engenho da Serra até a ETA Existente, será aproveitada na concepção proposta para o SAA do Distrito Sede.

A AAB-1 apresenta as seguintes características:

- Vazão (Q): .....46 L/s = 0,046 m³/s
- Extensão total: ..... 1.990,00 m
- Diâmetro Nominal: .....600 mm
- Material: .....Tubos de concreto
- Cota de montante: ..... 1.026,00 m
- Cota de jusante: ..... 1.014,00 m
- Coeficiente C: 130

Em função dessas características foi verificada a suficiência da AAB-1 para atender a vazão de 46 L/s de água bruta a ser transportada até a ETA Existente, conforme demonstrado a seguir.

❑ Cálculo do Diâmetro Necessário

$$\Delta H = 1.026{,}00 - 1.014{,}00 = 12{,}00 \text{ m}$$

$$J = \frac{\Delta H}{L} = \frac{12{,}00}{1.990{,}00} = 0{,}00603 \text{ m/m}$$

$$Q = 0{,}2785.C.J^{0{,}54}.\ D^{2{,}63}$$

$$D = \left(\frac{Q}{0{,}2785.C.J^{0{,}54}}\right)^{\frac{1}{2{,}63}} \rightarrow$$

$$D = \left(\frac{0{,}046}{0{,}2785.130.0{,}006030^{0{,}54}}\right)^{\frac{1}{2{,}63}} \rightarrow$$

D = 0,226 m, sendo adotado o diâmetro comercial de 250 mm

❑ Verificação da Velocidade

A velocidade resultante, considerando o diâmetro da tubulação existente, é dada por:

$$V = \frac{4.Q}{\pi.D^2} = V = 0{,}16 \text{ m/s}$$

De acordo com a NBR 12.215, a velocidade máxima em condutos livres em concreto é de 5 m/s. Portanto, a velocidade verificada na AAB-1 está abaixo do limite máximo recomendável.

❑ Conclusão

O diâmetro de 250 mm seria suficiente para aduzir a vazão de 46 L/s. Portanto, como o diâmetro da tubulação existente é de 600 mm, a AAB-1 atenderá com folga à vazão de captação que abastecerá a ETA Existente ao longo do Período de Concessão.

c.3. Novas Captações e Adduções

As unidades de Adução de Água Bruta consideradas para o SAA do Distrito Sede foram a AAB Existente (AAB-1), que conduz a água oriunda da Captação do Córrego Engenho da Serra até a ETA Existente, bem como as linhas de adução que conduzirão a água captada pelos novos Poços Tubulares Profundos (P-01 e P-02) até a referida ETA, denominadas AAB-2 e AAB-3.

Como já salientado, a localização dos Poços Tubulares Profundos somente será definida na etapa de elaboração dos Estudos e Projetos. Dessa forma, as características físicas das adutoras AAB-2 e AAB-3 foram estimadas considerando as prováveis localizações dos poços e a topografia apresentada pela área do Distrito Sede, possibilitando dimensionar, de forma preliminar, essas unidades.

❑ Captação e Adução – Poço P-01

Características Gerais

- Tipo de material da tubulação: .....PVC DEFºFº
- $Q_{máx}$: Vazão máxima de bombeamento: ..... 10,00 L/s
- L: Comprimento da tubulação – AAB-2 (estimado): ..... 1.000,00 m

Cálculo do Diâmetro Econômico

O cálculo do diâmetro econômico foi obtido pela fórmula de Bresse apresentada a seguir:

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

Onde:

- D: Diâmetro econômico segundo a fórmula de Bresse
- K: Coeficiente da fórmula de Bresse adotado: 1,2
- Q: Vazão na tubulação: ..... 0,010 m³/s

Por esta equação tem-se que:

- D: Diâmetro do tubo ..... 0,12 m ou 120 mm

Diâmetro Adotado no Projeto

O diâmetro do tubo adotado para a AAB-2 foi de 150 mm.

Cálculo da Velocidade no Trecho

Para o cálculo da velocidade do fluxo na tubulação usou-se a equação a seguir:

$$V = \frac{Q}{\left(\frac{n.D^2}{4}\right)}$$

Onde:

- V: Velocidade no fluxo na tubulação
- Q: Vazão na tubulação ..... 0,010 m³/s
- D: Diâmetro do tubo ..... 0,15 m

Por esta equação tem-se que a velocidade do fluxo na tubulação é igual à:

- V: Velocidade no fluxo na tubulação = 0,566 m/s

Cálculo da Perda de Carga Linear

Pela fórmula de HAZEN-WILLIANS, obtém-se a perda de carga linear na tubulação.

$$j = 10{,}643.Q^{1{,}85}.C^{-1{,}85}.D^{-4{,}87}$$

Onde:

- J: Perda de carga linear pela fórmula de Hazen-Willians
- Q: Vazão no trecho: ..... 0,010 m³/s
- C: Coeficiente de Hazen-Willians: 140

Por esta equação tem-se que a perda de carga linear na tubulação é igual à:

- J: Perda de carga linear: ..... 0,002340 m/m

Cálculo da Perda de Carga Localizada

Segundo Azevedo Netto, as perdas de carga localizadas são função do quadrado da velocidade e do coeficiente "K". O valor deste coeficiente diz respeito ao tipo de singularidades existentes na sucção, barrilete e na própria linha de recalque. Ver a equação a seguir:

$$h_f = K_s \cdot \frac{Vs^2}{2.g} + K_r \cdot \frac{Vr^2}{2.g}$$

Onde:

- hs: Perda de carga localizada
- Ks: Coeficiente relacionado com as singularidades na sucção.....7,70
- Kr: Coeficiente resultante das singularidades do recalque 2,50
- Vs: Velocidade do fluxo na sucção .....0,566 m/s
- Vr: Velocidade do fluxo no recalque .....0,566 m/s
- g: Aceleração da gravidade: .....9,81 m/s²
- Ds: Diâmetro da sucção: ..... 150 mm
- Db: Diâmetro do recalque: ..... 150 mm

Com a equação apresentada anteriormente e os dados de V, K e g, tem-se o seguinte valor para a perda de carga localizada:

- hf: Perda de carga localizada: ..... 0,1665 m

Cálculo da Perda de Carga Total

A perda de carga total na tubulação é obtida pela equação a seguir:

$$H_j = L.j + h_f$$

Em que:

- Hj: Perda de carga total na tubulação
- L: Comprimento da tubulação: .....1.000,00 m
- j: Perda de carga linear: .....0,002340 m/m
- hf: Perda de carga localizada ..... 0,1665 m

Por esta equação tem-se que a perda de carga total na tubulação é igual à:

- Hj: Perda de carga total: .....2,51 m

Cálculo da Altura Manométrica

$$AMT = Hg + Hj$$

Em que:

- AMT: Altura Manométrica Total
- HG: Desnível Geométrico .....70,00 m
- Hj: Perda de Carga Total ..... 2,51 m

Substituindo-se os valores acima na equação dada obtemos a seguinte altura manométrica total:

- AMT: Altura Manométrica Total ..... 72,51 mca

Cálculo da Potência dos Motores

A potência dos motores foi calculada utilizando-se a equação a seguir. Para isto levou-se em conta o número de motores em funcionamento simultâneo.

$$P = \left(\frac{W.Q_{máx}.\ AMT}{N_b.75.\eta}\right).F_s$$

Onde:

- P: Potência instalada para cada conjunto motor-bomba
- W: Peso específico do líquido a ser recalcado ..... 1.000 kg/m³
- $Q_{máx}$: Vazão de bombeamento para fim de plano..... 0,010 m³/s
- AMT: Altura Manométrica Total .....72,51 m
- Nb: Número de conjuntos motor-bomba em funcionamento simultâneo ..... 1 motor
- η: Rendimento global 90%
- Fs: Fator de serviço 1,10

Desta forma, tem-se que a potência instalada no conjunto de bombeamento é igual à:

- P: Potência instalada para um conjunto de bombeamento: 11,82 CV, sendo adotado 12,5 CV.

❑ Captação e Adução – Poço P-02

Características Gerais

- Tipo de material da tubulação: ..... PVC DEF°F°
- $Q_{máx}$: Vazão máxima de bombeamento: .....10,00 L/s
- L: Comprimento da tubulação – AAB-4 (estimado): .....1.600,00 m

Cálculo do Diâmetro Econômico

O cálculo do diâmetro econômico foi obtido pela fórmula de Bresse apresentada a seguir:

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

Onde:

- D: Diâmetro econômico segundo a fórmula de Bresse
- K: Coeficiente da fórmula de Bresse adotado: 1,2
- Q: Vazão na tubulação: .....0,010 m³/s

Por esta equação tem-se que:

- D: Diâmetro do tubo ..... 0,12 m ou 120 mm

Diâmetro Adotado no Projeto

O diâmetro do tubo adotado para a AAB-4 foi de 150 mm.

Cálculo da Velocidade no Trecho

Para o cálculo da velocidade do fluxo na tubulação usou-se a equação a seguir:

$$V = \frac{Q}{\left(\frac{\pi . D^2}{4}\right)}$$

Onde:

- V: Velocidade no fluxo na tubulação
- Q: Vazão na tubulação ..... 0,010 m³/s
- D: Diâmetro do tubo ..... 0,15 m

Por esta equação tem-se que a velocidade do fluxo na tubulação é igual à:

- V: Velocidade no fluxo na tubulação = 0,566 m/s

Cálculo da Perda de Carga Linear

Pela fórmula de HAZEN-WILLIANS, obtém-se a perda de carga linear na tubulação.

$$j = 10{,}643 . Q^{1{,}85} . C^{-1{,}85} . D^{-4{,}87}$$

Onde:

- J: Perda de carga linear pela fórmula de Hazen-Willians
- Q: Vazão no trecho: ..... 0,010 m³/s
- C: Coeficiente de Hazen-Willians: 140

Por esta equação tem-se que a perda de carga linear na tubulação é igual à:

- J: Perda de carga linear: ..... 0,002340 m/m

Cálculo da Perda de Carga Localizada

Segundo Azevedo Netto, as perdas de carga localizadas são função do quadrado da velocidade e do coeficiente "K". O valor deste coeficiente diz respeito ao tipo de singularidades existentes na sucção, barrilete e na própria linha de recalque. Ver a equação a seguir:

$$h_f = K_s . \frac{Vs^2}{2.g} + K_r . \frac{Vr^2}{2.g}$$

Onde:

- hs: Perda de carga localizada
- Ks: Coeficiente relacionado com as singularidades na sucção 7,70
- Kr: Coeficiente resultante das singularidades do recalque 2,50
- Vs: Velocidade do fluxo na sucção.....0,566 m/s
- Vr: Velocidade do fluxo no recalque .....0,566 m/s
- g: Aceleração da gravidade: .....9,81 m/s²
- Ds: Diâmetro da sucção: ..... 150 mm
- Db: Diâmetro do recalque: ..... 150 mm

Com a equação apresentada anteriormente e os dados de V, K e g, tem-se o seguinte valor para a perda de carga localizada:

- hf: Perda de carga localizada: ..... 0,1665 m

Cálculo da Perda de Carga Total

A perda de carga total na tubulação é obtida pela equação a seguir:

$$H_j = L.j + h_f$$

Em que:

- Hj: Perda de carga total na tubulação
- L: Comprimento da tubulação: ..... 1.600,00 m
- j: Perda de carga linear: ..... 0,002340 m/m
- hf: Perda de carga localizada .....0,1665 m

Por esta equação tem-se que a perda de carga total na tubulação é igual à:

- Hj: Perda de carga total: ..... 3,91 m

Cálculo da Altura Manométrica

$$AMT = Hg + Hj$$

Em que:

- AMT: Altura Manométrica Total
- HG: Desnível Geométrico .....96,00 m
- Hj: Perda de Carga Total ..... 3,91 m

Substituindo-se os valores acima na equação dada obtemos a seguinte altura manométrica total:

- AMT: Altura Manométrica Total ..... 99,61 mca

Cálculo da Potência dos Motores

A potência dos motores foi calculada utilizando-se a equação a seguir. Para isto levou-se em conta o número de motores em funcionamento simultâneo.

$$P = \left(\frac{W.Q_{máx}.\ AMT}{N_b.75.\eta}\right).F_s$$

Onde:

- P: Potência instalada para cada conjunto motor-bomba
- W: Peso específico do líquido a ser recalcado..... 1.000 kg/m³
- $Q_{máx}$: Vazão de bombeamento par fim de plano..... 0,010 m³/s
- AMT: Altura Manométrica Total..... 99,61 m
- Nb: Número de conjuntos motor-bomba em funcionamento simultâneo .....1 motor
- η: Rendimento global..... 90%
- Fs: Fator de serviço 1,10

Desta forma, tem-se que a potência instalada em cada conjunto motor-bomba é igual a:

- P: Potência instalada para um conjunto motor-bomba: 16,28 CV, sendo adotado 20 CV.

d) Dimensionamento das Unidades de Captação e Adução de Água Bruta - Distrito de São Jerônimo dos Poções

Para o Distrito em questão foi considerada a desativação da captação realizada na nascente localizada em propriedade particular e a implantação, no 2º Ano de Concessão, de um Poço Tubular Profundo, denominado P-03, com vazão de 2 L/s, suficiente para suprir às demandas de água estimadas para esta localidade, durante todo o Período de Concessão, conforme demonstrado na tabela a seguir:

Tabela 23: Avaliação da capacidade operacional da Unidade de Captação de Água Bruta proposta para o Distrito de São Jerônimo dos Poções

HORIZONTE PARCIAL	ANO DA CONCESSÃO	ANO	VAZÃO MÁXIMA DIÁRIA (L/s)	PRODUÇÃO NECESSÁRIA (m³/dia)	CAPTAÇÕES EXISTENTES				CAPTAÇÕES PROPOSTAS			TOTAL (m³/dia)	DÉFICIT ou EXCEDENTE (m³/dia)
					Inexistente	Tempo de Operação (h)	Total (m³/dia)	Déficit ou Excedente (m³/dia)	Poço Tubular Profundo - 2 L/s (m³/h)	Tempo de Operação (h)	Total (m³/dia)		
	0	2022	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-
IMEDIATO	**1**	2023	0,35	31,54	-	-	-	- 31,54	-		-	-	- 31,54
	2	2024	0,30	26,83	-	-	-	- 26,83	7,20	15	108,00	108,00	81,17
CURTO	**3**	2025	0,28	25,54	-	-	-	- 25,54	7,20	15	108,00	108,00	82,46
	4	2026	0,27	23,95	-	-	-	- 23,95	7,20	15	108,00	108,00	84,05
	5	2027	0,26	23,28	-	-	-	- 23,28	7,20	15	108,00	108,00	84,72
MÉDIO	**6**	2028	0,25	22,88	-	-	-	- 22,88	7,20	15	108,00	108,00	85,12
	7	2029	0,25	22,80	-	-	-	- 22,80	7,20	15	108,00	108,00	85,20
	8	2030	0,25	22,80	-	-	-	- 22,80	7,20	15	108,00	108,00	85,20
	9	2031	0,26	23,02	-	-	-	- 23,02	7,20	15	108,00	108,00	84,98
	10	2032	0,26	23,24	-	-	-	- 23,24	7,20	15	108,00	108,00	84,76
	11	2033	0,26	23,24	-	-	-	- 23,24	7,20	15	108,00	108,00	84,76
	12	2034	0,26	23,46	-	-	-	- 23,46	7,20	15	108,00	108,00	84,54
	13	2035	0,26	23,68	-	-	-	- 23,68	7,20	15	108,00	108,00	84,32
	14	2036	0,26	23,68	-	-	-	- 23,68	7,20	15	108,00	108,00	84,32
	15	2037	0,27	23,90	-	-	-	- 23,90	7,20	15	108,00	108,00	84,10
LONGO	**16**	2038	0,27	24,12	-	-	-	- 24,12	7,20	15	108,00	108,00	83,88
	17	2039	0,27	24,12	-	-	-	- 24,12	7,20	15	108,00	108,00	83,88
	18	2040	0,27	24,34	-	-	-	- 24,34	7,20	15	108,00	108,00	83,66
	19	2041	0,27	24,57	-	-	-	- 24,57	7,20	15	108,00	108,00	83,43
	20	2042	0,27	24,57	-	-	-	- 24,57	7,20	15	108,00	108,00	83,43
	21	2043	0,28	24,79	-	-	-	- 24,79	7,20	15	108,00	108,00	83,21
	22	2044	0,28	24,79	-	-	-	- 24,79	7,20	15	108,00	108,00	83,21
	23	2045	0,28	24,79	-	-	-	- 24,79	7,20	15	108,00	108,00	83,21
	24	2046	0,28	25,01	-	-	-	- 25,01	7,20	15	108,00	108,00	82,99
	25	2047	0,28	25,01	-	-	-	- 25,01	7,20	15	108,00	108,00	82,99
	26	2048	0,28	25,23	-	-	-	- 25,23	7,20	15	108,00	108,00	82,77
	27	2049	0,28	25,45	-	-	-	- 25,45	7,20	15	108,00	108,00	82,55
	28	2050	0,28	25,45	-	-	-	- 25,45	7,20	15	108,00	108,00	82,55
	29	2051	0,29	25,67	-	-	-	- 25,67	7,20	15	108,00	108,00	82,33
	30	2052	0,29	25,89	-	-	-	- 25,89	7,20	15	108,00	108,00	82,11
	31	2053	0,29	25,89	-	-	-	- 25,89	7,20	15	108,00	108,00	82,11
	32	2054	0,29	26,11	-	-	-	- 26,11	7,20	15	108,00	108,00	81,89
	33	2055	0,29	26,11	-	-	-	- 26,11	7,20	15	108,00	108,00	81,89
	34	2056	0,29	26,34	-	-	-	- 26,34	7,20	15	108,00	108,00	81,66
	35	2057	0,2956	26,56	-	-	-	- 26,56	7,20	15	108,00	108,00	81,44

O dimensionamento das unidades de Captação e Adução de Água Bruta do Distrito de São Jerônimo dos Poções é demonstrado a seguir, salientando-se que a localização e as características destas unidades somente serão definidas quando da elaboração dos Estudos e Projetos, sendo para fins da presente Proposta Técnica sugerida uma localização preliminar, conforme exposto no item 1.b.1, assim como estimados alguns parâmetros com base na experiência da equipe técnica da ORBIS AMBIENTAL.

❑ Captação e Adução – Poço P-03

Características Gerais

- Tipo de material da tubulação: .....PEAD
- $Q_{máx}$: Vazão máxima de bombeamento: .....2,00 L/s
- L: Comprimento da tubulação – AAB-5 (estimado): .....150,00 m

Cálculo do Diâmetro Econômico

O cálculo do diâmetro econômico foi obtido pela fórmula de Bresse apresentada a seguir:

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

Onde:

- D: Diâmetro econômico segundo a fórmula de Bresse
- K: Coeficiente da fórmula de Bresse adotado: 1,2
- Q: Vazão na tubulação: ..... 0,002 m³/s

Por esta equação tem-se que:

- D: Diâmetro do tubo ..... 0,05366 m ou 53,66 mm

Diâmetro Adotado no Projeto

O diâmetro do tubo adotado para AAB-5 foi de 75 mm.

Cálculo da Velocidade no Trecho

Para o cálculo da velocidade do fluxo na tubulação usou-se a equação a seguir:

$$V = \frac{Q}{\left(\frac{n.D^2}{4}\right)}$$

Onde:

- V: Velocidade no fluxo na tubulação
- Q: Vazão na tubulação ..... 0,002 m³/s
- D: Diâmetro do tubo ..... 0,075 m

Por esta equação tem-se que a velocidade do fluxo na tubulação é igual à:

- V: Velocidade no fluxo na tubulação = 0,453 m/s

Cálculo da Perda de Carga Linear

Pela fórmula de HAZEN-WILLIANS, obtém-se a perda de carga linear na tubulação.

$$j = 10{,}643.Q^{1{,}85}.C^{-1{,}85}.D^{-4{,}87}$$

Onde:

- J: Perda de carga linear pela fórmula de Hazen-Willians
- Q: Vazão no trecho: ..... 0,002 m³/s
- C: Coeficiente de Hazen-Willians: 100

Por esta equação tem-se que a perda de carga linear na tubulação é igual à:

- J: Perda de carga linear: ..... 0,006493 m/m

Cálculo da Perda de Carga Localizada

Segundo Azevedo Netto, as perdas de carga localizadas são função do quadrado da velocidade e do coeficiente "K". O valor deste coeficiente diz respeito ao tipo de singularidades existentes na sucção, barrilete e na própria linha de recalque. Ver a equação a seguir:

$$h_f = K_s \cdot \frac{Vs^2}{2.g} + K_r \cdot \frac{Vr^2}{2.g}$$

Onde:

- hs: Perda de carga localizada
- Ks: Coeficiente relacionado com as singularidades na sucção..... 7,70
- Kr: Coeficiente resultante das singularidades do recalque 2,50
- Vs: Velocidade do fluxo na sucção ..... 0,453 m/s
- Vr: Velocidade do fluxo no recalque ..... 0,453 m/s
- g: Aceleração da gravidade: ..... 9,81 m/s²
- Ds: Diâmetro da sucção: ..... 75 mm
- Db: Diâmetro do recalque: ..... 75 mm

Com a equação apresentada anteriormente e os dados de V, K e g, tem-se o seguinte valor para a perda de carga localizada:

- hf: Perda de carga localizada: ..... 0,1066 m

Cálculo da Perda de Carga Total

A perda de carga total na tubulação é obtida pela equação a seguir:

$$H_j = L.j + h_f$$

Em que:

- Hj: Perda de carga total na tubulação
- L: Comprimento da tubulação: ..... 150,00 m
- j: Perda de carga linear: ..... 0,006493 m/m
- hf: Perda de carga localizada ..... 0,1066 m

Por esta equação tem-se que a perda de carga total na tubulação é igual à:

- Hj: Perda de carga total: ..... 1,08 m

Cálculo da Altura Manométrica

$$AMT = Hg + Hj$$

Em que:

- AMT: Altura Manométrica Total
- HG: Desnível Geométrico..... 70,00 m
- Hj: Perda de Carga Total ..... 1,08 m

Substituindo-se os valores acima na equação dada obtemos a seguinte altura manométrica total:

- AMT: Altura Manométrica Total ..... 71,08 mca

Cálculo da Potência dos Motores

A potência dos motores foi calculada utilizando-se a equação a seguir. Para isto levou-se em conta o número de motores em funcionamento simultâneo.

$$\mathbf{P = \left(\frac{W.Q_{máx}.\ AMT}{N_b.75.\eta}\right).F_s}$$

Onde:

- P: Potência instalada para cada conjunto motor-bomba
- W: Peso específico do líquido a ser recalcado..... 1.000 kg/m³
- $Q_{máx}$: Vazão de bombeamento par fim de plano..... 0,002 m³/s
- AMT: Altura Manométrica Total..... 71,08 m
- Nb: Número de conjuntos motor-bomba em funcionamento simultâneo .....1 motor
- Η: Rendimento global..... 90%
- Fs: Fator de serviço 1,10

Desta forma, tem-se que a potência instalada em cada conjunto motor-bomba é igual a:

- P: Potência instalada para um conjunto de bombeamento: 2,32 CV, sendo adotado 3 CV.

1.c) Estação de Tratamento de Água e Estações Elevatórias de Água Tratada

1.c) Estação de Tratamento de Água e Estações Elevatórias de Água Tratada

O planejamento das intervenções propostas para o Tratamento de Água no município de Campos Altos encontra-se demonstrado de forma detalhada neste item mediante a apresentação dos seguintes tópicos:

- Relação e Localização das Unidades que serão Utilizadas para Abastecimento Público de Água;
- Descrição Física das Unidades que serão Utilizadas para o Abastecimento Público de Água;
- Estado de Conservação das Infraestruturas que serão Utilizadas para o Abastecimento Público de Água;
- Proposição de Soluções para os Problemas Críticos;
- Apresentação dos Critérios de Dimensionamento.

1.c.1. Relação e Localização das Unidades que serão Utilizadas para o Abastecimento Público de Água

O SAA de Campos Altos conta com um Sistema Produtor de Água Potável integrado por uma Estação de Tratamento de Água (ETA Existente), que atende o Distrito Sede do Município.

O Distrito de São Jerônimo dos Poções não possui Sistema Produtor de Água Potável, sendo o fornecimento de água para consumo da população realizado a partir de uma nascente localizada em propriedade particular, sem nenhum tipo de tratamento.

1.c.1.1. Relação das Unidades

a) Distrito Sede

A concepção proposta pela ORBIS AMBIENTAL prevê o aproveitamento da ETA Existente, bem como das Estações Elevatórias de Água Tratada (EEATs).

Tais unidades apresentam as seguintes particularidades:

Tabela 24: Relação das Unidades Existentes de Tratamento de Água

UNIDADE	REGIME OPERACIONAL	CAPACIDADE DE TRATAMENTO (L/s)	VAZÃO DE OPERAÇÃO (L/s)	TEMPO DE OPERAÇÃO (h)
ETA Distrito Sede	Normal	46	46	15 a 16
	Períodos de Estiagem	46	25	24

Com relação às EEATs, a concepção proposta considerou o aproveitamento de todas as unidades relacionadas a seguir.

Tabela 25: Características Operacionais das EEATs e Boosters

UNIDADE	ÁREA ASSOCIADA	RECALQUE	
		DE	PARA
EEAT-1	ETA Distrito Sede	Tanque de Contato da ETA	Reservatório REN-1
EEAT-2	REN-2	Reservatório REN-2	Reservatório RAP-4
EEAT-3	RAP-4	Reservatório RAP-4	Santuário
EEAT-4	ETA Distrito Sede	Tanque de Contato da ETA	Reservatório RAP-6
EEAT-5	REN-3	Reservatório REN-3	Reservatório REL-5
EEAT-6	RAP-6	Reservatório RAP-6	Reservatório REL-7
Booster 2	REN-1	Reservatório REN-1	Rede de Distribuição
Booster Palestina	REN-3	Reservatório REN-3	Reservatório REL-5

b) Distrito de São Jerônimo dos Poções

O Distrito em questão não conta com unidade de tratamento de água, bem como com Estações Elevatórias de Água Tratada.

Assim sendo, para esta localidade foi prevista a implantação de um Poço Tubular Profundo, com vazão de 2 L/s, cuja localização será definida por ocasião da elaboração dos Estudos e Projetos. No entanto, a proposta inicial para a localização do Poço em questão foi apresentada no item 1.b.1 da presente Proposta Técnica.

1.c.1.2. Localização das Unidades

a) Distrito Sede

A ETA Existente, atualmente operada pela COPASA, encontra-se localizada no Bairro Nossa Senhora Aparecida, na Rua Newton Ferreira de Paiva, nº 1.000.

As EEATs e boosters estão distribuídas pela área urbana do Distrito Sede. A EEAT-1 e a EEAT-4 estão localizadas na área da ETA Existente. As demais EEATs e boosters estão localizadas junto aos Centros de Reservação.

As figuras a seguir apresentam a localização da ETA, bem como das EEATs e boosters existentes no Distrito Sede.

Figura 43: Localização da ETA Existente e das Estações Elevatórias de Água Tratada

Figura 44: Localização da ETA Existente e das Estações Elevatórias de Água Tratada

Figura 45: Localização da ETA Existente e das Estações Elevatórias de Água Tratada

b) Distrito Sede de São Jerônimo dos Poções

Conforme já mencionado, o Distrito em questão não conta com unidade de tratamento de água, bem como com estações elevatórias de água.

Assim sendo, para esta localidade foi prevista a implantação de um Poço Tubular Profundo, com vazão de 2 L/s, cuja localização exata será definida por ocasião da elaboração dos Estudos e Projetos. No entanto, a proposta inicial para a localização sugerida do Poço em questão é apresentada na figura a seguir.

Figura 46: Proposta preliminar para localização do Poço previsto para o Distrito de São Jerônimo dos Poções

1.c.2. Descrição Física das Unidades que serão Utilizadas para o Abastecimento Público de Água

A descrição física das unidades de tratamento e das Estações Elevatórias de Água Tratada é feita a seguir.

1.c.2.1. Estação de Tratamento de Água

a) Distrito Sede

De acordo com os estudos desenvolvidos pela ORBIS AMBIENTAL, na concepção proposta para o SAA do Distrito Sede foi considerado o aproveitamento da atual ETA, hoje operada pela COPASA.

A ETA da COPASA, foi construída em concreto e inaugurada em 1985, sendo composta pelas etapas convencionais de tratamento de água superficial.

A ETA realiza o processo de coagulação/floculação, decantação, filtração, desinfecção e fluoretação. No início do processo de tratamento é medida a vazão de chegada da água bruta e realizada pré-cloração com a adição de hipoclorito de cálcio. Em seguida, é adicionado o agente floculante e então a água, após floculação, é destinada aos decantadores, que são em 2 unidades.

Figura 47: Vista geral do módulo de Tratamento da ETA existente no Distrito Sede

Na sequência, a água passa pela etapa de filtração, após a qual é submetida à desinfecção e fluoretação com a adição de hipoclorito de cálcio e flúor, por meio de bombas dosadoras, seguindo para a reservação.

Figura 48: Vista geral dos módulos de tratamento da ETA Existente

A operação da unidade ocorre entre 15 a 16 horas por dia com produção de 46 L/s e, nos períodos de estiagens, 24 horas com produção de apenas 25 L/s.

b) Distrito de São Jerônimo dos Poções

Como já salientado, a solução proposta para o abastecimento de água do Distrito de São Jerônimo dos Poções prevê a implantação de um Poço Tubular Profundo com vazão 2 L/s, suficiente para suprir às demandas de água estimadas para esta localidade, durante toda a Concessão.

Neste caso, a água subterrânea captada pelo poço será submetida ao tratamento simples de desinfecção e fluoretação.

A aplicação dos produtos químicos se dará, preferencialmente, na entrada dos reservatórios que recebem a água dos poços de maneira a ter um tempo de contato adequado para uma desinfecção eficiente e também uma homogeneização adequada.

Os produtos químicos a serem adicionados são:

- Desinfetante, como o hipoclorito de sódio ou cálcio, para desinfetar a água do poço;
- Fluoretante, como ácido fluossilícico, para adição final de flúor.

A aplicação se dará por meio de bombas dosadoras que dosificarão os produtos em função da vazão registrada.

1.c.2.2. Estações Elevatórias de Água Tratada

a) Distrito Sede

O SAA do Distrito Sede possui 6 Estações Elevatórias de Água Tratada (EEATs) e 2 boosters, cujas características são apresentadas na tabela a seguir.

Tabela 26: Características das Estações Elevatórias de Água Tratada

UNIDADE	POTÊNCIA (CV)	AMT (mca)	VAZÃO (L/s)	Nº CONJUNTOS MOTOBOMBAS		
				OPERANDO	RESERVA	TOTAL
EEAT-1	25	40,70	32,20	1	1	2
EEAT-2	15	67,80	8,60	1	1	2
EEAT-3	7,5	113,0	2,00	1	1	2
EEAT-4	10	62,27	4,65	1	1	2
EEAT-5	5,5	9,20	3,00	1	1	2
EEAT-6	1,5	17,00	2,17	1	1	2
Booster 2	4	9,20	3,40	1	-	1
Booster Palestina	7,5	14,40	7,10	1	1	2

Essas unidades serão aproveitadas e integrarão a concepção proposta para o SAA do Distrito Sede.

b) Distrito São Jerônimo dos Poções

Não está sendo prevista a implantação de EEATs no SAA do Distrito de São Jerônimo dos Poções.

1.c.3. Estado de Conservação das Infraestruturas que serão Utilizadas para o Abastecimento Público de Água

O estado de conservação da Estação de Tratamento de Água e das Estações Elevatórias de Água Tratada foi avaliado durante a visita técnica realizada nas unidades integrantes do SAA de Campos Altos, sendo os principais aspectos descritos na sequência.

1.c.3.1. Estação de Tratamento de Água

Considerando que a ETA Existente foi construída em 1985, a unidade apresenta problemas nas estruturas de concreto, com alguns pontos que necessitam de recuperação estrutural.

Tais problemas levaram à ocorrência de vazamentos de água em diversos pontos das unidades da ETA, resultando em perdas significativas de água tratada.

❑ Canal de Entrada de Água Bruta

A estrutura do Canal de Entrada se apresenta íntegra, mas observa-se a necessidade de intervenções de conservação, abrangendo tratamentos superficiais que assegurem a sua vida útil.

Figura 49: Canal de entrada de água bruta na ETA Existente, observando-se pontos de desagregação do concreto da estrutura

❑ Floculadores

Embora se apresentem em bom estado, as estruturas dos floculadores existentes na ETA necessitam de intervenções de conservação, com tratamentos das superfícies para evitar a propagação de desgastes. O mesmo se aplica às estruturas metálicas existentes que necessitam de renovação da pintura com tratamento prévio das superfícies.

Figura 50: Canal de Entrada e Floculadores da ETA Existente, onde nota-se pontos de desgaste na superfície da estrutura de concreto

Figura 51: Decantadores da ETA Existente, observando-se os problemas de desgaste na superfície das estruturas de concreto

❑ Decantadores

As estruturas de concreto, assim como as estruturas metálicas dos decantadores da ETA, embora estejam permitindo a operação satisfatória do processo de tratamento de água, necessitam de ações destinadas à conservação, envolvendo o tratamento das superfícies seguido de pintura geral.

❑ Filtros

Conforme mostra a figura a seguir, nota-se a presença de pequenas imperfeições e porosidade nas estruturas de concreto dos filtros da ETA Existente, que podem levar ao agravamento dessas imperfeições e ao surgimento de pontos com degradação do concreto. Nota-se também a necessidade de recuperação das grades de piso e de manutenção dos dispositivos de manobra.

Figura 52: Filtros da ETA Existente, com ênfase para as imperfeições e porosidade nas estruturas de concreto

Dessa forma, torna-se necessária a realização de intervenções destinadas à recuperação e tratamento das estruturas de concreto dos filtros, de uma maneira geral.

Estocagem de Produtos Químicos

A ETA Existente conta com locais destinados à estocagem de produtos químicos empregados no processo de tratamento de água bruta.

Conforme pode ser visualizado nas figuras a seguir, embora estejam atendendo às necessidades operacionais da ETA, os locais de estocagem de produtos químicos necessitam de melhorias do estado de conservação, limpeza, melhorias e pintura em geral.

Figura 53: Estocagem de produtos químicos, onde observa-se a necessidade de serviços de limpeza, melhorias e pintura geral

Laboratório

O Laboratório existente na ETA encontra-se em bom estado de conservação, necessitando apenas de substituição de mobiliário. Os equipamentos de laboratório encontram-se em condições adequadas para a realização das análises exigidas na Portaria nº 888/21 do Ministério da Saúde.

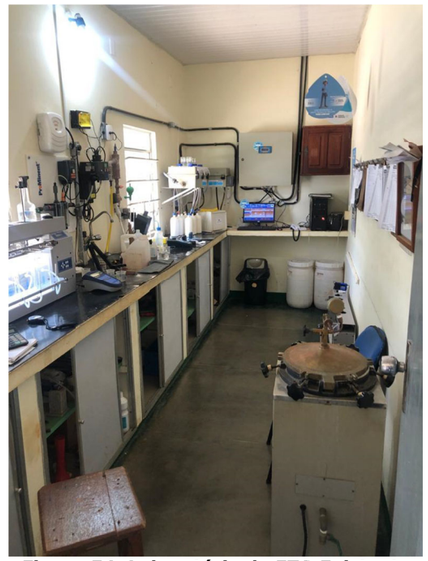


Figura 54: Laboratório da ETA Existente

Instalações em Geral

As instalações utilizadas nos processos de dosagem de produtos químicos apresentam estado de conservação regular, conforme mostram as figuras a seguir.

Figura 55: Estocagem de Coagulante

De maneira geral, verifica-se a necessidade de recuperação dos elementos metálicos, tais como grades de piso e guarda-corpos, tampas, etc.

Figura 56: Tubulação e válvulas existentes em bom estado de conservação

Quanto às tubulações, conexões e válvulas existentes, estas apresentam bom estado de conservação.

Áreas Externas

Observa-se a ausência de ações de conservação de rotina em toda a área externa da planta de tratamento.

Verifica-se ainda a ausência de revestimento vegetal de taludes, o que pode levar ao surgimento de processos erosivos nesses locais.

Figura 57: Vista aérea externa da ETA Existente

Figura 58: Estações Elevatórias de Água Tratada EEAT-1 (ao fundo) e EEAT-4

1.c.3.2. Estações Elevatórias de Água Tratada

Conforme pode ser visualizado nas figuras a seguir, as Estações Elevatórias de Água Tratada (EEATs) estão em bom estado de conservação, não necessitando de intervenções a curto prazo, apenas ações de conservação, limpeza e pintura.

Figura 59: EEAT existente na ETA que se encontra temporariamente inoperante

1.c.4. Proposição de Soluções para os Problemas Críticos

Este item tem por objetivo demonstrar as soluções propostas para a ETA Existente e Estações Elevatórias de Água Tratada (EEATs) do Município de Campos Altos, evidenciando-se inicialmente os problemas críticos existentes que justificam a adoção de ações visando saná-los.

1.c.4.1. Relação dos Problemas Críticos

A fim de embasar a análise e definição da concepção proposta para ETA Existente, bem como para as EEATs, foram identificados e relacionados os problemas críticos existentes, salientando-se que, em sua maioria, estes são relacionados a problemas estruturais ou a existência de equipamentos antigos, conforme exposto a seguir.

a) Estação de Tratamento de Água

O sistema de tratamento da ETA Existente, como já citado, vem operando de forma satisfatória. Trata-se de um sistema de tratamento convencional envolvendo coagulação/floculação, decantação, filtração, desinfecção e fluoretação, que trazem maior eficiência a processos de tratamento deste tipo.

Todavia, apesar dessa eficiência, foram identificados alguns problemas operacionais, a saber:

Tabela 27: Relação de Problemas Críticos Existentes na ETA do Distrito Sede

UNIDADE DE TRATAMENTO	DISCIPLINA	DIAGNÓSTICO
ETA Existente	Operação	• Lançamento dos efluentes oriundos da limpeza dos filtros e decantadores diretamente no Córrego Barreirinho, sem tratamento primário; • Ausência de limpeza periódica adequada dos Decantadores é feita apenas descargas diárias parciais e uma descarga completa semanal, cuja água descartada é lançada diretamente no córrego sem qualquer tratamento; • A unidade realiza a lavagem dos filtros por meio da técnica em que um filtro lava o outro, o que impede a expansão adequada do leito filtrante, reduzindo as carreiras de filtração; • Não existe sistema de tratamento de lodo e de água de lavagem de filtros; • Não é realizada a fluoretação através de bomba dosadora, sendo o flúor adicionado manualmente diretamente no reservatório de água tratada.
	Civil/Estrutural	• Presença de vazamentos em diferentes pontos das Unidades da ETA; • Ausência de Programa de Manutenção Preventiva; • Estruturas apresentando desgastes e porosidade o que pode ocasionar a degradação do concreto em pontos localizados; • Necessidade de intervenções periódicas de conservação em toda a área externa da planta de tratamento. • Vazamento de grandes proporções no reservatório de água tratada RAP.
	Elétrica e Automação	• Necessidade de melhorias e modernização dos painéis elétricos e das instalações elétricas como um todo; • Ausência de sistema de automação integrado a um Centro de Controle Operacional, abrangendo todo o Sistema de Abastecimento de Água.

As figuras a seguir ilustram alguns dos pontos de vazamento de água das unidades da ETA.

Figura 60: Exemplo de pontos de vazamentos de água observados na ETA

b) Estações Elevatórias de Água Tratada

Por ocasião da visita realizada nas unidades do SAA de Campos Altos, constatou-se que as Estações Elevatórias de Água (EEATs) estão em bom estado de conservação e operam de forma satisfatória.

No entanto, na sequência são elencados alguns aspectos que poderão ser implementados para ampliar a eficiência operacional dessas unidades.

Tabela 28: Relação de Problemas Críticos Existentes nas EEATs

UNIDADE DE TRATAMENTO	DISCIPLINA	DIAGNÓSTICO
EEATs	Operação	• Ausência de bomba reserva em determinadas unidades; • Necessidade de padronização dos conjuntos motobombas; • Ausência de Plano de Manutenção para as instalações e conjuntos moto-bombas.
	Civil/Estrutural	• Ausência de Programa de Manutenção Preventiva; • Estruturas apresentando desgaste excessivo, com pontos localizados de degradação do concreto, com riscos de comprometimento dos elementos estruturais; • Ausência de ações periódicas de conservação de toda a área externa da planta de tratamento.
	Elétrica e Automação	• Necessidade de melhorias e modernização dos painéis elétricos e das instalações elétricas de um modo geral; • Ausência de chaves de partida "soft starter" e de inversores de frequência nos painéis de comando; • Ausência de sistema de automação integrado a um Centro de Controle Operacional, abrangendo todo o Sistema de Abastecimento de Água.

1.c.4.2. Soluções Propostas

a) Estação de Tratamento de Água

Para que seja assegurado o fornecimento de água em conformidade com os padrões de potabilidade exigidas pela legislação vigente, a ORBIS AMBIENTAL está prevendo a realização de algumas ações de melhorias na ETA Existente, abrangendo:

- Melhorias nos painéis elétricos e em todas as instalações elétricas;
- Instalação de macromedidores de vazão na Adutora de Água Bruta que conduz a água captada na unidade de captação até a ETA Existente;

- Instalação de macromedidores de vazão nas adutoras de Água Tratada que conduzem a água potável desde a ETA Existente até os Reservatórios do Sistema de Distribuição;
- Substituição de bombas dosadoras de produtos químicos existentes na ETA;
- Manutenção Preventiva das Infraestruturas: totalmente contrária à manutenção corretiva, que hoje é realizada através da atual Concessionária, a manutenção preventiva visa evitar o aparecimento de qualquer tipo de falha, ou seja, prevenir as quebras. Essa prática não consiste em realizar consertos como no caso das intervenções corretivas, mas sim de evitá-los ao máximo. No caso dos equipamentos, essa prática consistirá em manutenções realizadas em intervalos previamente determinados, ou de acordo com especificação do manual do fabricante. A manutenção preventiva tem como objetivo reduzir a probabilidade de falhas ou a degradação do equipamento, garantindo o seu pleno funcionamento, sem perdas de performance ou desgastes prematuros. Por ser um procedimento programado, a manutenção preventiva permitirá o melhor controle das atividades da equipe da Concessionária e o conhecimento prévio dos itens ou recursos necessários para garantir a operação;
- Melhorias no Laboratório, com modernização de instrumentos e instalações;
- Controle de qualidade da água filtrada: a partir do 1º Ano da Concessão, será implantado o plano de monitoramento da água filtrada, conforme determina da Portaria 888/21 do Ministério da Saúde, garantindo que 95% das amostras coletadas se mantenham com turbidez abaixo de 0,5 NTU como preconiza a legislação vigente;
- Controle de Qualidade da Água na Saída do Tratamento: A partir do Ano 1 da Concessão será implementado o controle de qualidade completo para a água na saída do tratamento, sendo incluído o controle de dosagem de pH, cor, turbidez, cloro, flúor e análises semestrais completas, atendendo aos parâmetros exigidos pela Portaria 888/21.

Além das soluções anteriormente mencionadas, será implantado um Sistema de Adensamento e Desaguamento do Lodo oriundo da ETA, com as seguintes características básicas:

- Adensador mecânico rotativo com comprimento de 4.750 mm, largura de 860 mm e altura de 1.681 mm, com estrutura tubular em aço AISI-316, peso dinâmico de cerca de 2.400 kg, potência de 0,75 kw, vazão volumétrica de 38,00 m³/h, para operar até 24 horas/dia, com reator de floculação, tela em poliéster, compreendendo duas telas distintas com aberturas distintas entre o tambor, na primeira etapa abertura de 0,6 mm para a filtração do particulado fino, e a segunda parte tela mais grossa com abertura de 1 mm. O adensador possuirá sistema de lavagem de tela tipo linhas de spray com vazão para operação de 1,00 a 3,20 m³/h e pressão de 4 bar. O acionamento adensador mecânico rotativo será automatizado mediante uso de inversor de frequência com opção de modo manual.

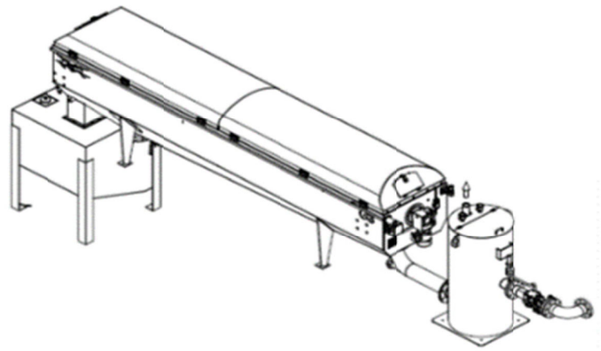


Figura 61: Vista em 3D do Adensador Mecânico

- Centrífuga Decanter com comprimento de 2.733 mm, largura de 780 mm e altura de 1.292 mm, peso dinâmico de cerca de 1.700 kg, potência de 15 kW, vazão volumétrica de 8,00 m³/h, ruído de operação de aproximadamente 84 dB, com rosca transportadora em aço AISI-316, rotor com comprimento de 1.680 mm e diâmetro de 280 mm, contendo sistema de proteção contra abrasão, base em aço carbono e tampa em AISI-316. O acionamento centrífugo decanter será automatizado mediante uso de inversor de frequência com opção de modo manual e esse conterá dispositivo de desarme mecânico automático caso ocorra excesso de torque.

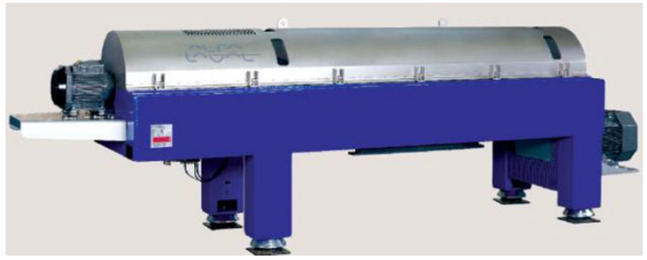


Figura 62: Vista frontal Decanter Centrífugo

b) Estações Elevatórias de Água Tratada

A concepção proposta pela ORBIS AMBIENTAL prevê o aproveitamento de todas as EEATs e Boosters existentes. Para tanto, estão previstas as seguintes intervenções:

- Realização de intervenções de conservação na parte civil das EEATs e Boosters;
- Reforma dos conjuntos motobombas instalados nas EEATs e Boosters, abrangendo a revisão dos motores elétricos, volutas, rotores, troca de gaxetas, revisão de monômetros, pintura, etc.;
- Instalação de conjuntos motobombas reserva onde estes não existirem;
- Melhorias em painéis elétricos;
- Melhorias nas instalações hidráulicas (tubulações, conexões e válvulas).

A ORBIS AMBIENTAL implementará um Plano de Manutenção Preventiva para as instalações, conjuntos motobomba e edificação das EEATs, assim como instalará chaves de partida "soft starter" e inversores de frequência em todos os painéis de comando essas unidades, essa ação além de aumentar a confiabilidade da operação garante eficiência energética aos processos.

As EEATs e Boosters serão dotadas de sistema de automação, sendo prevista ainda a instalação de medidores de vazão na saída das unidades.

Periodicamente, a cada 10 anos, serão substituídos os conjuntos motor-bombas existentes por novos, de última geração.

1.c.5. Apresentação dos Critérios de Dimensionamento

Para o dimensionamento das unidades de Tratamento de Água e das Estações Elevatórias de Água Tratada foram utilizados os mesmos Parâmetros de Projeto estabelecidos no item 1.b.5 do presente caderno, assim como as Projeções de Demanda de Água.

Em função desses parâmetros foi avaliada a capacidade das unidades para atender às demandas de vazões ao longo do Período de Concessão, conforme demonstrado a seguir.

1.c.5.1. Distrito Sede

a) Estação de Tratamento de Água

A concepção final do Sistema Produtor de Água Tratada para o Distrito Sede, considerou as seguintes proposições:

- Aproveitamento da ETA Existente, prevendo-se a realização de intervenções de recuperação, adequação e melhorias no 2º Ano da Concessão, de forma a ser assegurada a operação da unidade com vazão de 46 L/s;
- Implantação de Sistema de Desaguamento do Lodo oriundo da ETA Existente, no 2º Ano da Concessão, assim como a implementação do reaproveitamento da água de lavagem dos filtros e decantadores após o tratamento físico-químico;
- Aumento do regime operacional da ETA Existente, de 20 para 22 horas/dia, com vazão de 46 L/s, a partir do 33º Ano de Concessão, nos períodos de estiagem.

A tabela a seguir demonstra as condições operacionais previstas para a ETA do Distrito Sede, observando-se que o déficit de água bruta nos períodos de estiagem será suprido pelos Poços a serem implantados pela Concessionária, no 2º Ano da Concessão.

Tabela 29: Avaliação da capacidade operacional da ETA do Distrito Sede em Regime Normal

HORIZONTE PARCIAL	ANO DA CONCESSÃO	ANO	VAZÃO MÁXIMA DIÁRIA (L/s)	PRODUÇÃO NECESSÁRIA (m³/dia)	UNIDADES EXISTENTES				UNIDADES PROPOSTAS			TOTAL (m³/dia)	DÉFICIT ou EXCEDENTE (m³/dia)
					ETA COPASA - 46 L/s (m³/h)	Tempo de Operação (h)	Total (m³/dia)	Déficit ou Excedente (m³/dia)	Poços Tubulares Profundos - 2 x 10 L/s (m³/h)	Tempo de Operação (h)	Total (m³/dia)		
	0	2022	28,98	2.604,08	165,60	16	2.649,60	45,52	-	-	-	2.649,60	45,52
IMEDIATO	**1**	2023	31,99	2.874,80	165,60	20	3.312,00	437,20	-	-	-	3.312,00	437,20
	2	2024	32,47	2.917,20	165,60	20	3.312,00	394,80	-	-	-	3.312,00	394,80
CURTO	**3**	2025	32,93	2.959,13	165,60	20	3.312,00	352,87	-	-	-	3.312,00	352,87
	4	2026	32,74	2.941,58	165,60	20	3.312,00	370,42	-	-	-	3.312,00	370,42
	5	2027	32,55	2.924,41	165,60	20	3.312,00	387,59	-	-	-	3.312,00	387,59
MÉDIO	**6**	2028	32,36	2.907,60	165,60	20	3.312,00	404,40	-	-	-	3.312,00	404,40
	7	2029	32,52	2.922,20	165,60	20	3.312,00	389,80	-	-	-	3.312,00	389,80
	8	2030	32,68	2.936,81	165,60	20	3.312,00	375,19	-	-	-	3.312,00	375,19
	9	2031	32,85	2.951,42	165,60	20	3.312,00	360,58	-	-	-	3.312,00	360,58
	10	2032	33,01	2.966,24	165,60	20	3.312,00	345,76	-	-	-	3.312,00	345,76
	11	2033	33,18	2.981,07	165,60	20	3.312,00	330,93	-	-	-	3.312,00	330,93
	12	2034	33,34	2.995,90	165,60	20	3.312,00	316,10	-	-	-	3.312,00	316,10
	13	2035	33,51	3.010,95	165,60	20	3.312,00	301,05	-	-	-	3.312,00	301,05
	14	2036	33,68	3.026,00	165,60	20	3.312,00	286,00	-	-	-	3.312,00	286,00
	15	2037	33,84	3.041,05	165,60	20	3.312,00	270,95	-	-	-	3.312,00	270,95
LONGO	**16**	2038	34,01	3.056,32	165,60	20	3.312,00	255,68	-	-	-	3.312,00	255,68
	17	2039	34,18	3.071,59	165,60	20	3.312,00	240,41	-	-	-	3.312,00	240,41
	18	2040	34,35	3.086,86	165,60	20	3.312,00	225,14	-	-	-	3.312,00	225,14
	19	2041	34,52	3.102,13	165,60	20	3.312,00	209,87	-	-	-	3.312,00	209,87
	20	2042	34,70	3.117,84	165,60	20	3.312,00	194,16	-	-	-	3.312,00	194,16
	21	2043	34,87	3.133,34	165,60	20	3.312,00	178,66	-	-	-	3.312,00	178,66
	22	2044	35,05	3.149,05	165,60	20	3.312,00	162,95	-	-	-	3.312,00	162,95
	23	2045	35,22	3.164,98	165,60	20	3.312,00	147,02	-	-	-	3.312,00	147,02
	24	2046	35,40	3.180,70	165,60	20	3.312,00	131,30	-	-	-	3.312,00	131,30
	25	2047	35,58	3.196,63	165,60	20	3.312,00	115,37	-	-	-	3.312,00	115,37
	26	2048	35,75	3.212,56	165,60	20	3.312,00	99,44	-	-	-	3.312,00	99,44
	27	2049	35,93	3.228,72	165,60	20	3.312,00	83,28	-	-	-	3.312,00	83,28
	28	2050	36,11	3.244,88	165,60	20	3.312,00	67,12	-	-	-	3.312,00	67,12
	29	2051	36,29	3.261,03	165,60	20	3.312,00	50,97	-	-	-	3.312,00	50,97
	30	2052	36,47	3.277,19	165,60	20	3.312,00	34,81	-	-	-	3.312,00	34,81
	31	2053	36,66	3.293,79	165,60	20	3.312,00	18,21	-	-	-	3.312,00	18,21
	32	2054	36,84	3.310,16	165,60	20	3.312,00	1,84	-	-	-	3.312,00	1,84
	33	2055	37,02	3.326,76	165,60	20	3.312,00	- 14,76	-	-	-	3.312,00	- 14,76
	34	2056	37,21	3.343,36	165,60	20	3.312,00	- 31,36	-	-	-	3.312,00	- 31,36
	35	2057	37,40	3.360,61	165,60	20	3.312,00	48,61	-	-	-	3.312,00	- 48,61

Tabela 30: Avaliação da capacidade operacional da ETA do Distrito Sede em Regime Normal

HORIZONTE PARCIAL	ANO DA CONCESSÃO	ANO	VAZÃO MÁXIMA DIÁRIA (L/s)	PRODUÇÃO NECESSÁRIA (m³/dia)	UNIDADES EXISTENTES				UNIDADES PROPOSTAS			TOTAL (m³/dia)	DÉFICIT ou EXCEDENTE (m³/dia)
					ETA COPASA - 46 L/s (m³/h)	Tempo de Operação (h)	Total (m³/dia)	Déficit ou Excedente (m³/dia)	Poços Tubulares Profundos - 2x10 L/s + 1x12 L/s (m³/h)	Tempo de Operação (h)	Total (m³/dia)		
	0	2022	28,98	2.604,08	90,00	24	2.160,00	- 444,08	-	-	-	2.160,00	- 444,08
IMEDIATO	**1**	2023	31,99	2.874,80	90,00	24	2.160,00	- 714,80	-	-	-	2.160,00	- 714,80
	2	2024	32,47	2.917,20	165,60	20	3.312,00	394,80	-	-	-	3.312,00	394,80
CURTO	**3**	2025	32,93	2.959,13	165,60	20	3.312,00	352,87	-	-	-	3.312,00	352,87
	4	2026	32,74	2.941,58	165,60	20	3.312,00	370,42	-	-	-	3.312,00	370,42
	5	2027	32,55	2.924,41	165,60	20	3.312,00	387,59	-	-	-	3.312,00	387,59
MÉDIO	**6**	2028	32,36	2.907,60	165,60	20	3.312,00	404,40	-	-	-	3.312,00	404,40
	7	2029	32,52	2.922,20	165,60	20	3.312,00	389,80	-	-	-	3.312,00	389,80
	8	2030	32,68	2.936,81	165,60	20	3.312,00	375,19	-	-	-	3.312,00	375,19
	9	2031	32,85	2.951,42	165,60	20	3.312,00	360,58	-	-	-	3.312,00	360,58
	10	2032	33,01	2.966,24	165,60	20	3.312,00	345,76	-	-	-	3.312,00	345,76
	11	2033	33,18	2.981,07	165,60	20	3.312,00	330,93	-	-	-	3.312,00	330,93
	12	2034	33,34	2.995,90	165,60	20	3.312,00	316,10	-	-	-	3.312,00	316,10
	13	2035	33,51	3.010,95	165,60	20	3.312,00	301,05	-	-	-	3.312,00	301,05
	14	2036	33,68	3.026,00	165,60	20	3.312,00	286,00	-	-	-	3.312,00	286,00
	15	2037	33,84	3.041,05	165,60	20	3.312,00	270,95	-	-	-	3.312,00	270,95
LONGO	**16**	2038	34,01	3.056,32	165,60	20	3.312,00	255,68	-	-	-	3.312,00	255,68
	17	2039	34,18	3.071,59	165,60	20	3.312,00	240,41	-	-	-	3.312,00	240,41
	18	2040	34,35	3.086,86	165,60	20	3.312,00	225,14	-	-	-	3.312,00	225,14
	19	2041	34,52	3.102,13	165,60	20	3.312,00	209,87	-	-	-	3.312,00	209,87
	20	2042	34,70	3.117,84	165,60	20	3.312,00	194,16	-	-	-	3.312,00	194,16
	21	2043	34,87	3.133,34	165,60	20	3.312,00	178,66	-	-	-	3.312,00	178,66
	22	2044	35,05	3.149,05	165,60	20	3.312,00	162,95	-	-	-	3.312,00	162,95
	23	2045	35,22	3.164,98	165,60	20	3.312,00	147,02	-	-	-	3.312,00	147,02
	24	2046	35,40	3.180,70	165,60	20	3.312,00	131,30	-	-	-	3.312,00	131,30
	25	2047	35,58	3.196,63	165,60	20	3.312,00	115,37	-	-	-	3.312,00	115,37
	26	2048	35,75	3.212,56	165,60	20	3.312,00	99,44	-	-	-	3.312,00	99,44
	27	2049	35,93	3.228,72	165,60	20	3.312,00	83,28	-	-	-	3.312,00	83,28
	28	2050	36,11	3.244,88	165,60	20	3.312,00	67,12	-	-	-	3.312,00	67,12
	29	2051	36,29	3.261,03	165,60	20	3.312,00	50,97	-	-	-	3.312,00	50,97
	30	2052	36,47	3.277,19	165,60	20	3.312,00	34,81	-	-	-	3.312,00	34,81
	31	2053	36,66	3.293,79	165,60	20	3.312,00	18,21	-	-	-	3.312,00	18,21
	32	2054	36,84	3.310,16	165,60	20	3.312,00	1,84	-	-	-	3.312,00	1,84
	33	2055	37,02	3.326,76	165,60	22	3.643,20	316,44	-	-	-	3.643,20	316,44
	34	2056	37,21	3.343,36	165,60	22	3.643,20	299,84	-	-	-	3.643,20	299,84
	35	2057	37,40	3.360,61	165,60	22	3.643,20	282,59	-	-	-	3.643,20	282,59

b) Estações Elevatórias de Água Tratada

Com relação às Estações Elevatórias de Água Tratada (EEATs), a concepção adotada considerou o aproveitamento de todas as unidades existentes, bem como dos boosters, prevendo-se, no entanto, as necessárias intervenções de melhorias já definidas na proposição de soluções para os problemas críticos.

Por ocasião da elaboração dos Estudos e Projetos, será realizada a modelagem do SAA como um todo, tendo como objetivo avaliar os Setores de Abastecimento atuais, para verificação da viabilidade ou não da redefinição da setorização buscando melhorar a eficiência das EEATs e dos boosters existentes.

1.c.5.2. Distrito de São Jerônimo dos Poções

Para o Distrito de São Jerônimo dos Poções, considerando as vazões bastante reduzidas ao longo da Concessão, optou-se pela implantação de um Poço Tubular Profundo. Neste caso, o tratamento da água será realizado por simples desinfecção seguida de fluoretação, sendo os produtos químicos adicionados diretamente na tubulação do cavalete do poço, por meio de bombas dosadoras.

A unidade contará também com sistema *online* de monitoramento da qualidade da água tratada, para garantir as análises a cada 2 horas, como preconiza a legislação vigente, sendo os resultados monitorados pelos operadores por telemetria.

1.d) Reservação

1.d) Reservação

Em atendimento ao disposto no Anexo III do Edital, a ORBIS AMBIENTAL apresenta aqui o planejamento das intervenções e ações propostas para Reservação do SAA de Campos Altos, conforme demonstram os itens discorridos a seguir, abrangendo:

- Relação e Localização das Unidades que serão Utilizadas para o Abastecimento Público de Água;
- Descrição Física das Unidades que serão Utilizadas para o Abastecimento Público de Água;
- Estado de Conservação das Infraestruturas que serão Utilizadas para o Abastecimento Público de Água;
- Proposição de Soluções para os Problemas Críticos;
- Apresentação dos Critérios de Dimensionamento.

1.d.1. Relação e Localização das Unidades que serão Utilizadas para o Abastecimento Público de Água

Neste item é apresentada a relação, assim como a localização das unidades de Reservação a serem utilizadas para suprir as demandas de vazões previstas ao longo de todo o Período de Concessão.

1.d.1.1. Relação das Unidades de Reservação

a) Distrito Sede

As Unidades de Reservação previstas para o SAA do Distrito Sede são as relacionadas a seguir:

Tabela 31: Relação das Unidades de Reservação previstas para o SAA do Distrito Sede

RESERVATÓRIO	EXISTENTE (m³)	A IMPLANTAR (m³)
RAP-0 (ETA)	65	-
REN-1	260	-
REN-2	90	-
REN-3	340	-
REN-4	50	-
REL-5	10	-
RAP-6	20	-
REL-7	10	-
TANQUE DE CONTATO (ETA)	147	-
RAP-7	-	100
TOTAL	**992**	**100**

b) Distrito de São Jerônimo dos Poções

A relação das Unidades de Reservação previstas para o SAA do Distrito de São Jerônimo dos Poções é apresentada na tabela a seguir.

Tabela 32: Relação das Unidades de Reservação previstas para o SAA do Distrito de São Jerônimo dos Poções

RESERVATÓRIO	EXISTENTE (m³)	A IMPLANTAR (m³)
RAP-1	10	-
REL-1	-	25
TOTAL	**10**	**25**

1.d.1.2. Localização das Unidades de Reservação

a) Distrito Sede

A localização das Unidades de Reservação previstas para o Distrito Sede é apresentada na tabela a seguir.

Tabela 33: Localização das Unidades de Reservação previstas para o Distrito Sede

RESERVATÓRIO	LOCALIZAÇÃO	SITUAÇÃO
RAP-0	Av. Newton Ferreira de Paiva, nº 1.000	EXISTENTE
REN-1	Rua João Soares de Souza, nº 1.000	EXISTENTE
REN-2	Rua Raul Soares, nº 38	EXISTENTE
REN-3	Rua Palestina, nº 698	EXISTENTE
RAP-4	Av. José Bueno de Paulo, s/nº	EXISTENTE
REL-5	Rua Palestina, nº 698	EXISTENTE
RAP-6	Rua João Ferreira de Souza Lemos, s/nº	EXISTENTE
REL-7	Rua João Ferreira de Souza Lemos, s/nº	EXISTENTE
Tanque de Contato ETA	Av. Newton Ferreira de Paiva, nº 1.000	EXISTENTE
RAP-7	Av. José Bueno de Paulo, s/nº	À IMPLANTAR

O Reservatório (RAP-7), destinado à ampliação da capacidade de reservação do Distrito Sede, será implantado preferencialmente junto ao Reservatório existente (RAP-4). A localização dessas unidades de Reservação é apresentada nas figuras a seguir.

Figura 63: Localização dos Reservatórios previstos para o SAA do Distrito Sede

Figura 64: Localização dos Reservatórios previstos para o SAA do Distrito Sede

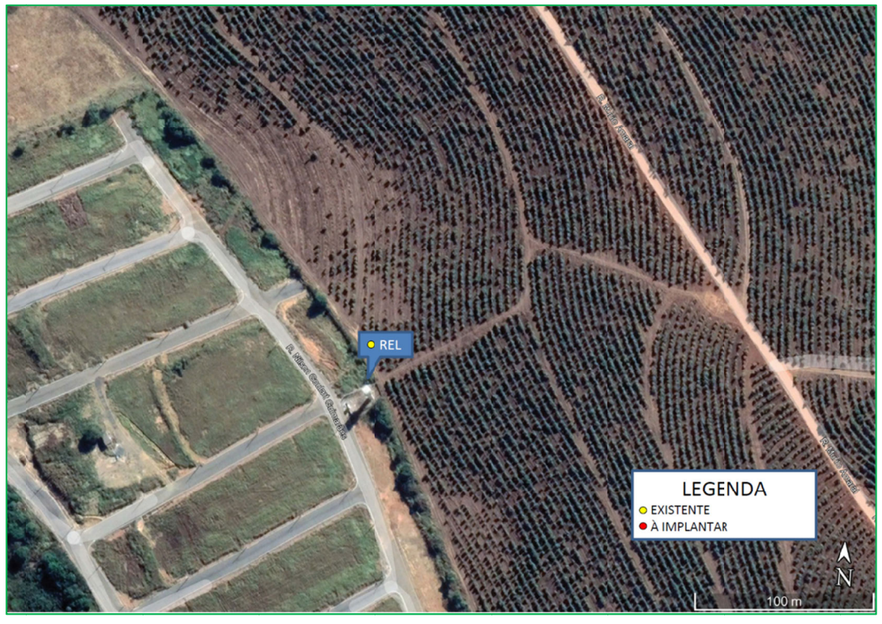


Figura 65: Localização dos Reservatórios previstos para o SAA do Distrito Sede

b) Distrito de São Jerônimo dos Poções

A localização inicialmente proposta para o Reservatório REL-1, previsto para o Distrito de São Jerônimo dos Poções, encontra-se apresentada na figura a seguir, salientando-se que a mesma deverá ser confirmada através de estudos técnicos a serem realizados por ocasião da elaboração dos Estudos e Projetos.

Figura 66: Localização proposta para o Reservatório REL-1 previsto para o Distrito de São Jerônimo dos Poções

1.d.2. Descrição Física das Unidades que serão Utilizadas para o Abastecimento Público de Água

1.d.2.1. Distrito Sede

As unidades de reservação previstas para o SAA do Distrito Sede apresentam as seguintes características físicas:

Tabela 34: Características Físicas das Unidades de Reservação do Distrito Sede

RESERVATÓRIO	TIPO	MATERIAL	FORMATO	CAPACIDADE	SITUAÇÃO
RAP-0 (ETA)	Apoiado	Concreto	Cilíndrico	65	EXISTENTE
REN-1	Enterrado	Concreto	Cilíndrico	260	EXISTENTE
REN-2	Enterrado	Concreto	Cilíndrico	90	EXISTENTE
REN-3	Enterrado	Concreto	Cilíndrico	340	EXISTENTE
RAP-4	Apoiado	Concreto	Cilíndrico	50	EXISTENTE
REL-5	Elevado	Aço	Cilíndrico	10	EXISTENTE
RAP-6	Apoiado	Concreto	Cilíndrico	20	EXISTENTE
REL-7	Elevado	Aço	Cilíndrico	10	EXISTENTE
Tanque de Contato (ETA)	Apoiado	Concreto	Retangular	147	EXISTENTE
RAP-7	Apoiado	Concreto	Cilíndrico	100	À IMPLANTAR
			TOTAL	**1.092**	

1.d.2.2. Distrito de São João Jerônimo dos Poções

Para o Distrito em questão, as Unidades de Reservação apresentarão as seguintes características físicas:

Tabela 35: Características Físicas das Unidades de Reservação do Distrito Sede

RESERVATÓRIO	TIPO	MATERIAL	FORMATO	CAPACIDADE	SITUAÇÃO
RAP-1	Apoiado	Fibra de Vidro	Cilíndrico	10	EXISTENTE
REL-2	Elevado	Aço	Cilíndrico	25	À IMPLANTAR

1.d.3. Estado de Conservação das Infraestruturas que serão Utilizadas para o Abastecimento Público de Água

Todos os reservatórios existentes apresentam estado de conservação regular e estão operando de forma satisfatória.

Os Reservatórios apoiados e enterrados necessitam de intervenções destinadas à reforma das estruturas de concreto, recuperação dos elementos metálicos e, consequentemente, de pintura para manter o bom aspecto visual.

No caso dos reservatórios metálicos estes deverão receber tratamentos nos eventuais pontos de corrosão, seguidos de pintura.

Em todas as unidades de reservação verifica-se a necessidade de intervenções de conservação da área externa tais como: roçada e capina, revestimentos com brita, assim como recuperação do fechamento da área e dos portões.

Figura 67: Vista da área externa dos Reservatórios existentes

Figura 68: Vista de um dos Reservatórios Enterrados existentes

1.d.4. Proposição de Soluções para os Problemas Críticos

De maneira geral, no que se refere às estruturas e às instalações, os Reservatórios existentes em Campos Altos, apresentam condições regulares de conservação e operam de forma satisfatória. Todavia, algumas unidades apresentam problemas críticos e praticamente todas necessitam de intervenções destinadas à melhoria operacional, conforme exposto a seguir.

1.d.4.1. Relação dos Problemas Críticos

Os problemas críticos diagnosticados nos Reservatórios de Água Tratada existentes em Campos Altos são os elencados na sequência.

Tabela 36: Relação dos Problemas Críticos das Unidades de Reservação de Água Tratada

TIPO DE RESERVAÇÃO	DISCIPLINA	DIAGNÓSTICO
Água Tratada	Operação	• Ausência de Programa de Manutenção Preventiva; • Deterioração da pintura em pontos localizados dos Reservatórios; • Ausência de atividades rotineiras de conservação das áreas externas de praticamente todos os centros de reservação, abrangendo serviços de roçada e capina, conservação de cercas de fechamento e de pavimentação ou revestimentos primários do terreno; • Ausência de segurança patrimonial ou de câmeras de monitoramento; • Problemas estruturais, inclusive com infiltrações;
	Instalações Hidráulicas	• Ausência de sensor de nível; • Ausência de macromedidores em todos os Reservatórios; • Existência de vazamentos nas tubulações de alguns Reservatórios.
	Sistemas Elétricos e de Automação	• Ausência de telemetria e de Central de Controle Operacional; • Ausência de sistemas de automação nos Reservatórios.

1.d.4.2. Soluções Propostas

As soluções propostas para os problemas críticos existentes na Reservação do SAA de Campos Altos abrangerão:

- Instalação de sensor de nível para desligamento automático das bombas do Sistema de Distribuição;
- Execução cronograma fixo de limpeza e desinfecção dos reservatórios, consistindo na remoção mecânica das substâncias e outros objetos indevidamente presentes, seguida de desinfecção para eliminação de microrganismos potencialmente patogênicos por meio de agentes químicos;
- Inspeção geral da estrutura para detecção de patologias que necessitem de recuperação, diagnosticando os serviços requeridos e o nível de urgência para as intervenções;
- Recuperação das estruturas de concreto dos Reservatórios;
- Reparos das tubulações existentes com vazamentos nos Reservatórios, abrangendo, se necessário, a substituição de tubos e conexões com problemas relacionados ao estado de conservação;
- Pintura externa dos Reservatórios;
- Instalação de sistema telemetria e de automação da operação nos Reservatórios, para controle de níveis, interligado a um Centro de Controle Operacional;
- Instalação de macromedidores eletromagnéticos nas tubulações de saída dos reservatórios, interligados ao software de gestão e sistema de telemetria;
- Revisão geral e pintura das cercas de fechamento e portões de acesso dos Centros de Reservação;

- Melhorias das áreas externas dos Centros de Reservação mediante serviços de limpeza geral, roçada e capina de vegetação.

1.d.5. Apresentação dos Critérios de Dimensionamento

São demonstrados a seguir os critérios adotados para o dimensionamento das Unidades de Reservação previstas para o SAA de Campos Altos.

1.d.5.1. Premissas de Projeto

O dimensionamento das Unidades de Reservação do SAA de Campos Altos inicialmente visou avaliar a capacidade dos Reservatórios existentes para atender às demandas estimadas ao longo do Período de Concessão. Feita esta avaliação, verificou-se a necessidade de eventuais ampliações ou de adequações nas infraestruturas de reservação existentes.

No dimensionamento das unidades de Reservação foram atendidas as Normas da ABNT pertinentes, relacionadas a seguir:

- **NBR 5410** – Instalações elétricas de baixa tensão;
- **NBR 5419** – Proteção de estruturas contra descargas atmosféricas;
- **NBR 12211** – Estudos de concepção de sistemas públicos de abastecimento de água;
- **NBR 12217** – Projeto de reservatório de distribuição de água para abastecimento público;
- **NBR 12655** – Concreto – Preparo, controle e recebimento;
- **NBR 8953** – Concreto para fins estruturais – Classificação por grupos de resistência;
- **NBR 6118** – Projeção e execução de obras de concreto armado.

Além dessas normas mencionadas acima, o dimensionamento teve como base os seguintes parâmetros:

- Reservação Mínima: ..... 1/3 da demanda máxima diária
- Consumo per capita (2019): ..... 133 litros/hab.dia
- Coeficiente do Dia de Maior Consumo (K1):..... 1,2
- Coeficiente da Hora de Maior Consumo (K2):..... 1,5

1.d.5.2. Análise da Capacidade de Reservação Atual

Neste tópico encontra-se demonstrada a análise da capacidade de reservação atual do SAA de Campos Altos.

a) Distrito Sede

Foi adotada a capacidade total de reservação de 992,00 m³. Não foram disponibilizadas informações que permitam avaliar a atual setorização do Sistema de Distribuição de Água Potável em Campos Altos. No entanto, considerando a capacidade atual de reservação de 992,00 m³ e as demandas calculadas no item 1.b.5 deste Tópico, para cada Ano de Concessão, verificou-se a capacidade de atendimento das infraestruturas existentes ao longo da Concessão, como pode ser observada na tabela a seguir:

Tabela 37: Balanço de Reservação para o SAA do Distrito Sede

HORIZONTE PARCIAL	ANO DA CONCESSÃO	ANO	VAZÃO MÁXIMA DIÁRIA (L/s)	RESERVAÇÃO NECESSÁRIA (m³)	RESERVAÇÃO EXISTENTE (m³)	EXCEDENTE OU DÉFICIT (m³)	INCREMENTO DE RESERVAÇÃO (m³)	RESERVAÇÃO INTALADA (m³)	VOLUME RESERVA (m³)
	0	2022	28,98	834,64	992,00	157,36	-	992,00	157,36
IMEDIATO	**1**	2023	31,99	921,41	992,00	70,59	-	992,00	70,59
	2	2024	32,47	935,00	992,00	57,00	-	992,00	57,00
CURTO	**3**	2025	32,93	948,44	992,00	43,56	-	992,00	43,56
	4	2026	32,74	942,81	992,00	49,19	-	992,00	49,19
	5	2027	32,55	937,31	992,00	54,69	-	992,00	54,69
MÉDIO	**6**	2028	32,36	931,92	992,00	60,08	-	992,00	60,08
	7	2029	32,52	936,60	992,00	55,40	-	992,00	55,40
	8	2030	32,68	941,29	992,00	50,71	-	992,00	50,71
	9	2031	32,85	945,97	992,00	46,03	-	992,00	46,03
	10	2032	33,01	950,72	992,00	41,28	-	992,00	41,28
	11	2033	33,18	955,47	992,00	36,53	-	992,00	36,53
	12	2034	33,34	960,22	992,00	31,78	-	992,00	31,78
	13	2035	33,51	965,05	992,00	26,95	-	992,00	26,95
	14	2036	33,68	969,87	992,00	22,13	-	992,00	22,13
	15	2037	33,84	974,69	992,00	17,31	-	992,00	17,31
LONGO	**16**	2038	34,01	979,59	992,00	12,41	-	992,00	12,41
	17	2039	34,18	984,48	992,00	7,52	-	992,00	7,52
	18	2040	34,35	989,38	992,00	2,62	-	992,00	2,62
	19	2041	34,52	994,27	992,00	-2,27	100,00	1.092,00	97,73
	20	2042	34,70	999,31	992,00	-7,31	-	1.092,00	92,69
	21	2043	34,87	1.004,27	992,00	-12,27	-	1.092,00	87,73
	22	2044	35,05	1.009,31	992,00	-17,31	-	1.092,00	82,69
	23	2045	35,22	1.014,42	992,00	-22,42	-	1.092,00	77,58
	24	2046	35,40	1.019,45	992,00	-27,45	-	1.092,00	72,55
	25	2047	35,58	1.024,56	992,00	-32,56	-	1.092,00	67,44
	26	2048	35,75	1.029,67	992,00	-37,67	-	1.092,00	62,33
	27	2049	35,93	1.034,85	992,00	-42,85	-	1.092,00	57,15
	28	2050	36,11	1.040,02	992,00	-48,02	-	1.092,00	51,98
	29	2051	36,29	1.045,20	992,00	-53,20	-	1.092,00	46,80
	30	2052	36,47	1.050,38	992,00	-58,38	-	1.092,00	41,62
	31	2053	36,66	1.055,70	992,00	-63,70	-	1.092,00	36,30
	32	2054	36,84	1.060,95	992,00	-68,95	-	1.092,00	31,05
	33	2055	37,02	1.066,27	992,00	-74,27	-	1.092,00	25,73
	34	2056	37,21	1.071,59	992,00	-79,59	-	1.092,00	20,41
	35	2057	37,40	1.077,12	992,00	-85,12	-	1.092,00	14,88

Analisando-se a tabela anteriormente apresentada, constata-se que as unidades existentes terão capacidade para atender o SAA até o 18º Ano da Concessão.

Nessa condição, no 19º Ano da Concessão, a capacidade de reservação deverá ser ampliada em 100 m³, passando a capacidade atual de 992 m³ para 1.092 m³.

b) Distrito de São Jerônimo dos Poções

Para o Distrito de São Jerônimo dos Poções foi prevista a implantação de um Reservatório Elevado (REL-1) com capacidade para o armazenamento de até 25 m³, no 2º Ano da Concessão, conforme mostra a tabela a seguir. O atual Reservatório Apoiado de 10 m³ será preservado para ser utilizado como reserva operacional, quando da necessidade de desativação do REL-1 para manutenção ou limpeza.

Tabela 38: Balanço de Reservação para o SAA do Distrito de São Jerônimo dos Poções

HORIZONTE PARCIAL	ANO DA CONCESSÃO	ANO	VAZÃO MÁXIMA DIÁRIA (L/s)	RESERVAÇÃO NECESSÁRIA (m³)	RESERVAÇÃO EXISTENTE (m³)	INCREMENTO DE RESERVAÇÃO (m³)	RESERVAÇÃO INTALADA (m³)	VOLUME RESERVA (m³)
	0	2022	-	-	10,00	-	10,00	10,00
IMEDIATO	**1**	2023	0,35	10,11	10,00	-	10,00	- 0,11
	2	2024	0,30	8,60	10,00	25,00	35,00	26,40
CURTO	**3**	2025	0,28	8,18	10,00	-	35,00	26,82
	4	2026	0,27	7,68	10,00	-	35,00	27,32
	5	2027	0,26	7,46	10,00	-	35,00	27,54
MÉDIO	**6**	2028	0,25	7,33	10,00	-	35,00	27,67
	7	2029	0,25	7,31	10,00	-	35,00	27,69
	8	2030	0,25	7,31	10,00	-	35,00	27,69
	9	2031	0,26	7,38	10,00	-	35,00	27,62
	10	2032	0,26	7,45	10,00	-	35,00	27,55
	11	2033	0,26	7,45	10,00	-	35,00	27,55
	12	2034	0,26	7,52	10,00	-	35,00	27,48
	13	2035	0,26	7,59	10,00	-	35,00	27,41
	14	2036	0,26	7,59	10,00	-	35,00	27,41
	15	2037	0,27	7,66	10,00	-	35,00	27,34
LONGO	**16**	2038	0,27	7,73	10,00	-	35,00	27,27
	17	2039	0,27	7,73	10,00	-	35,00	27,27
	18	2040	0,27	7,80	10,00	-	35,00	27,20
	19	2041	0,27	7,87	10,00	-	35,00	27,13
	20	2042	0,27	7,87	10,00	-	35,00	27,13
	21	2043	0,28	7,94	10,00	-	35,00	27,06
	22	2044	0,28	7,94	10,00	-	35,00	27,06
	23	2045	0,28	7,94	10,00	-	35,00	27,06
	24	2046	0,28	8,02	10,00	-	35,00	26,98
	25	2047	0,28	8,02	10,00	-	35,00	26,98
	26	2048	0,28	8,09	10,00	-	35,00	26,91
	27	2049	0,28	8,16	10,00	-	35,00	26,84
	28	2050	0,28	8,16	10,00	-	35,00	26,84
	29	2051	0,29	8,23	10,00	-	35,00	26,77
	30	2052	0,29	8,30	10,00	-	35,00	26,70
	31	2053	0,29	8,30	10,00	-	35,00	26,70
	32	2054	0,29	8,37	10,00	-	35,00	26,63
	33	2055	0,29	8,37	10,00	-	35,00	26,63
	34	2056	0,29	8,44	10,00	-	35,00	26,56
	35	2057	0,30	8,51	10,00	-	35,00	26,49

1.e) Redes de Distribuição, Ligações Prediais e Hidrometração

1.e) Redes de Distribuição, Ligações Prediais e Hidrometração

A ORBIS AMBIENTAL demonstra a seguir o planejamento das obras e ações previstas para as Redes de Distribuição de Água, Ligações Prediais e Hidrometração para o SAA de Campos Altos, abrangendo:

- Avaliação dos Aspectos Operacionais da Infraestrutura que será Utilizada para o Abastecimento Público de Água;
- Proposição de Soluções para os Problemas Críticos;
- Descrição das Unidades que serão Utilizadas para o Abastecimento Público de Água.

1.e.1. Avalição dos Aspectos Operacionais da Infraestrutura que será Utilizada para o Abastecimento Público de Água

1.e.1.1. Caracterização da Infraestrutura Existente

O Sistema de Distribuição de Água Tratada é dividido atualmente em 5 setores e, segundo informações obtidas na visita técnica, não há áreas que sofrem com baixa pressão. É dotado de 6 Elevatórias de Água Tratada e por 2 Boosters.

Quanto ao índice de perdas, de acordo com informações da COPASA, a localidade apresentou uma média de 29,31% entre setembro/2021 e fevereiro/2022, que também informou que a idade média do parque de hidrômetros é de 7 anos.

De acordo com os dados disponibilizados pelo SNIS (2021), a Rede de Distribuição de Água da sede municipal de Campos Altos possui **75,4 km** de extensão, o que confere ao município 86,48 % de cobertura do Sistema de Abastecimento de Água. Os referidos dados informam que o sistema conta com 5.303 ligações totais de água, sendo atendidos **12.311 habitantes** por meio de **4.914 ligações ativas**. Além dessas, o sistema possui **405 ligações factíveis**, que são imóveis localizados em áreas em que há infraestrutura pública de distribuição de água na localidade, mas não estão conectados à rede pública por diversos motivos: fonte alternativa, imóvel vazio ou cliente não se interessa pelo serviço.

1.e.1.2. Estado de Conservação das Infraestruturas Existentes

As unidades que integram o Sistema de Distribuição de Água Tratada de Campos Altos operam de forma satisfatória atendendo às demandas atuais do município.

O estado de conservação dessas unidades foi objeto de análise por parte da equipe técnica da ORBIS AMBIENTAL e se encontra demonstrado nos tópicos a seguir.

a) Redes de Distribuição de Água Tratada

O SAA de Campos Altos possui aproximadamente 60% das Adutoras de Água Tratada construídas em tubulações de PVC PBA e PVC DE FºFº. Os 40% restantes são em tubulação de ferro fundido.

Quanto à Rede de Distribuição, esta possui aproximadamente 75,4 km de extensão, sendo totalmente construída em tubulação de PVC-PBA.

Considerando que o Sistema Produtor de Água Tratada foi implantado há aproximadamente 40 anos, pode-se inferir que uma boa parte das tubulações destinadas à adução e distribuição de água tratada, são bastante antigas, e que estas apresentam problemas decorrentes do estado de conservação.

Tal fato é agravado pela ausência de manutenção preventiva das tubulações, o que as levam a apresentar trechos em estado precário, cuja solução é a substituição devido a problemas de vazamentos e entupimentos.

b) Ligações Prediais de Água e Hidrômetros

As Ligações Prediais de Água, à exemplo das tubulações de adução e distribuição de água tratada, também não são submetidas a intervenções destinadas à manutenção preventiva, o que ocasiona estado de conservação precário, sendo necessária a realização de substituições em função de entupimentos e vazamentos.

Com relação ao parque de hidrômetros existentes, este apresenta algumas anomalias normalmente observadas em hidrômetros dos municípios brasileiros, ou seja: cavaletes sem hidrômetro, hidrômetro com lacre violado, ligações clandestinas, ligações diretas, hidrômetros sem condições de leitura, etc.

1.e.2. Proposição de Soluções para os Problemas Críticos

Os aspectos mais críticos das infraestruturas existentes no âmbito das Redes de Distribuição, Ligações Prediais e Hidrometração se relacionam ao tempo de uso avançado da maior parte das unidades, com o agravante de não haver programas voltados para substituições e manutenções preventivas.

1.e.2.1. Relação dos Problemas Críticos

Foram constatados também alguns problemas críticos relevantes, a saber:

❑ **Redes de Distribuição e Adutoras de Água Tratada**

Com relação às Redes de Distribuição e Adutoras de Água Tratada, foram identificados os seguintes problemas críticos:

- Existência de tubulações antigas, em especial as tubulações de ferro fundido;
- Inexistência de cadastro oficial georreferenciado, e de modelagem hidráulica;
- Inexistência de setorização bem definida para a distribuição de água;
- Ausência de estudos para otimização da setorização;
- Inexistência de setores de manobra e distritos de medição e controle definidos;
- Ausência de Programas de Redução de Perdas;
- Inexistência de Programa de Manutenção Preventiva.

❑ **Ligações Prediais de Água e Hidrometração**

Os principais problemas verificados nas Ligações Prediais de Água são:

- Ausência de programa de substituição de hidrômetros antigos;
- Inexistência de Programa de Renovação Periódica do Parque de Hidrômetros;
- Inexistência de Programa de Manutenção Preventiva;
- Necessidade de adequação de ligações irregulares e com hidrômetros instalados internamente e sem acesso;
- Falta de padronização das ligações de água;
- Ausência de informatização das leituras realizadas nos hidrômetros.

1.e.2.2. Soluções Propostas

Uma vez identificados os problemas críticos, são apresentadas aqui as soluções propostas para saná-los, conforme exposto a seguir.

a) Redes de Distribuição e Adutoras de Água Tratada

Para as Redes de Distribuição e Adutoras de Água Tratada são propostas as seguintes soluções:

Cadastro Técnico

O município de Campos Altos já possui cadastro georreferenciado de todo o sistema existente, da captação à distribuição. Denomina-se Cadastro Técnico o acervo de informações relacionadas a cartografia, infraestrutura de rede de água (instalações, captação, tratamento, reservação e distribuição).

Os documentos de cadastro técnico servirão como "origem da informação" para o sistema de informações geográficas, sendo indexado aos elementos de tal sistema. Estes documentos retratam o conjunto de informações fiéis de uma instalação por meio de elementos gráficos (pontos, linhas, textos, blocos, polígonos, etc.) que representam limites, obras, tubulações, singularidades, cartografia, instalações, etc.

Essa representação tem por finalidade apresentar informações relevantes que permitam um efetivo controle das características e da localização, além de registrar a responsabilidade civil pelas obras executadas.

Modelagem Hidráulica

A Concessionária realizará, no 2º e no 3º Ano de Concessão, a modelagem hidráulica do Sistema de Abastecimento de Água para simulação das distribuições de pressões e outras variáveis ao longo do mesmo em vários cenários. Tal modelagem auxiliará na operação do sistema e nas ações de gestão de perdas.

De maneira geral, os índices de perdas em sistemas de distribuição de água encontram-se elevados, gerando impactos ambientais e econômicos ligados na maioria das vezes a um gerenciamento ineficaz por parte das companhias de saneamento. Este problema necessita da adoção de soluções que resultem na melhoria do funcionamento dos sistemas de abastecimento de água e dos serviços prestados por estas empresas.

Uma das ferramentas que podem ser utilizadas para tal fim é a modelagem hidráulica das redes de abastecimento, que seguida da calibração do modelo, pode gerar informações e dados para auxiliar no diagnóstico desses sistemas e na redução dos índices de perdas.

Para as simulações, será utilizado o software de modelagem WaterGEMS da empresa *Bentley*. Para a construção do modelo hidráulico da rede, serão seguidas três etapas referentes ao levantamento de dados, levantamento de equipamentos e softwares, e monitoramento de campo.

A etapa de levantamento de dados consistirá da coleta de informações e dados cadastrais da rede, como diâmetro e comprimento dos trechos, cotas topográficas dos nós e reservatórios, traçado da rede, material das tubulações, peças especiais, dimensões dos reservatórios e perfil de consumo do sistema.

Todas essas informações serão disponibilizadas pelo Cadastro Técnico, mencionado anteriormente.

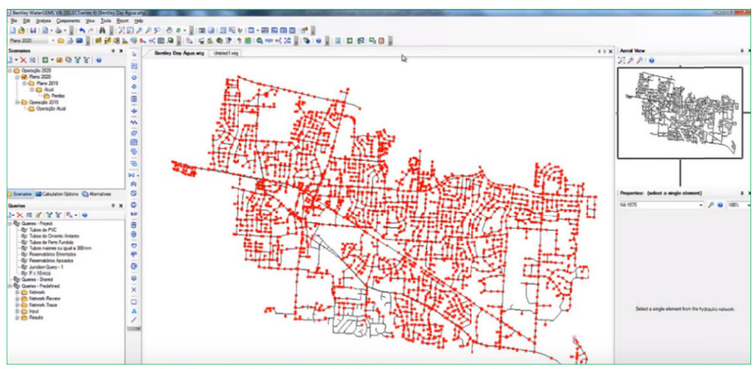


Figura 69: Exemplo de modelagem hidráulica da rede de abastecimento de água a partir do software WaterGEMS

❑ Setorização

Considerações sobre o Sistema

No 3º Ano de Concessão será estudada pela Concessionária, a implantação de projeto de setorização a ser definido no Plano Diretor de Perdas, visando à equalização das pressões na Rede de Distribuição de Água.

Não se tem informações a respeito da setorização atual, mas, há informações que indicam a insuficiência dos Reservatórios existentes, que poderá ser resultado da setorização atual.

❑ Setores de Medição

A setorização a ser implantada na Rede de Distribuição de Água do SAA de Campos Altos, contemplará ainda a implementação de Setores de Medição.

De acordo com a Associação Internacional da Água (IWA, em sua sigla em inglês), há diversos fatores a serem considerados para a implantação de setores de medição, também denominados Distritos de Medição e Controle (DMCs), tais como:

- Nível atual de vazamentos;
- Nível econômico de perdas;
- Número de ligações de água;
- Problemas de qualidade da água;
- Requisitos de pressão mínima e máxima;
- Capacidade de combate a incêndios;
- Número de válvulas;
- Número de medidores de vazão;
- Grandes consumidores;
- Condições da infraestrutura;
- Área geográfica;
- Uso e ocupação da área;
- Topografia.

Além disso, o IWA afirma que o número de ligação de água em distritos de medição e controle deve ser no mínimo 500 e no máximo 3.000.

Com base nas diretrizes anteriormente mencionadas, serão implantados DMCs, com vistas a melhorias das condições operacionais do sistema de distribuição de Campos Altos e em função das atividades necessárias para o gerenciamento do sistema, com objetivo de estabelecer o controle e redução das perdas.

Para a formação dos setores de medição, prevê-se a instalação de medidores eletromagnéticos além de diversas peças e acessórios:

Um Setor de Medição se define como uma área discreta de uma rede de distribuição de água, criado fechando-se as válvulas de isolamento de forma que haja flexibilidade no atendimento das demandas setoriais. Porém, um Setor de Medição pode ser criado desconectando-se permanentemente tubos em áreas contíguas. A água é distribuída no setor, onde ocorrem medições periódicas de vazão e pressão, de forma a permitir o monitoramento do índice de vazamento.

O principal objetivo do Setor de Medição é o monitoramento da Vazão Mínima Noturna, de forma a otimizar as atividades de planejamento do setor responsável pela pesquisa de vazamentos, permitindo a seleção da área que registrar o maior fator de pesquisa, que é definido como a relação da Vazão Mínima Noturna e a Vazão Média do Setor.

Após a formação dos Setores de Medição, deverá ser empreendida uma campanha intensiva de detecção e reparo de vazamentos para determinar e eliminar o acúmulo de vazamentos visíveis e ocultos. Como consequência a vazão que entra no setor, deverá constituir-se

somente da parcela do consumo aos clientes e vazamentos de fundo (não detectáveis).

O padrão de vazão resultante deve registrar-se como um valor de referência para estabelecer um histórico confiável para comparação de sua constância com a finalidade de detectar vazamentos localmente nos setores, os objetivos da pesquisa de vazamentos.

Para a análise estratificada dos dados por Setor de Medição, há necessidade de se igualar as áreas dos Grupos de Leituras ao Setor de Medição, estabelecendo-se o comparativo de macromedição com micromedição e, por consequência, análise local de perdas de água.

Serão registradas as informações chave para cada Setor de Medição, as quais serão incluídas em mapas do sistema. Por exemplo: limites de zonas de pressão, localização de medidores de vazão, dados do sistema, consumo "per capita", número de economias por categoria e hidrômetros.

❑ Setores de Manobra

Ainda no que se refere à setorização, também deverão ser incrementados Setores de Manobra na Rede de Distribuição de Água do SAA de Campos Altos.

Setor de manobra é uma área inserida em determinada zona de pressão e, mais localmente, em um Setor de Medição, que por meio de manobras de registros pode ser isolado da chegada de água para execução de serviços de manutenção.

O sistema proposto irá contar com Setores de Manobra no Sistema de Distribuição de Água Tratada de Campos Altos, salientando-se que a definição do número de Setores será definida após a elaboração de cadastro georreferenciado do SAA existente.

❑ Implantação de Programa de Controle e Redução de Perdas

Dentre as ações previstas para o Sistema de Distribuição de Água, a Concessionária desenvolverá um Programa de Redução de Perdas de Água, sendo que para tal será necessário o nivelamento conceitual dos parâmetros e indicadores de desempenho técnico que permitam identificar a causa fundamental da perda de água, bem como as respectivas atividades básicas necessárias para a quantificação precisa da perda e para a sua efetiva redução, de maneira a serem atendidas as metas estabelecidas no Anexo V do Edital.

Os principais conceitos técnicos, referentes às perdas, são definidos pelas normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT, do Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água - PNCDA, da Associação Internacional da Água - IWA (International Water Association) e do Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial – INMETRO, a saber:

- **Perda de Água:** Perda de água é toda perda real ou aparente de água ou todo o consumo não autorizado que determina aumento do custo de funcionamento ou que impeça a realização plena da receita operacional (Perda de Água = Volume de Entrada - Consumo Autorizado);
- **Perdas Aparentes (Perdas Não-físicas de Água):** Perdas aparentes de água consistem nos consumos não autorizados (furto) ou na imprecisão dos equipamentos de medição de vazão dos sistemas de macromedição e micromedição;
- **Perdas Reais (Perdas Físicas de Água):** Perdas reais de água são todas as perdas físicas de água provenientes de vazamentos e rompimentos (superficiais ou subterrâneos) em redes e ramais ou, ainda, de vazamentos e extravasamentos em reservatórios;

- **Consumo Autorizado:** Consumo autorizado é o volume de água medido e/ou não medido utilizado pelos consumidores domésticos, comerciais, industriais ou por quem está autorizado pela Concessionária, incluindo os consumos operacionais. Consumo Autorizado Não Faturado Corresponde aos consumos e/ou usos devido às práticas e rotinas comerciais e operacionais;
- **Consumo Não Autorizado (Furto**): Consumo não autorizado corresponde aos furtos de água através de ligações clandestinas, *by pass*, hidrantes e em outros componentes do Sistema de Abastecimento de Água, sem a devida autorização da Concessionária;
- **Água Não Convertida em Receita:** Água Não Convertida em receita é a diferença entre o Volume de entrada no sistema distribuidor e o Volume Consumido (correspondente à soma dos consumos medido e não medido);
- **Medição:** Conjunto de operações que tem por objetivo determinar um valor de uma grandeza;
- **Imprecisão da Medição:** Representam um componente importante das perdas aparentes de água causadas pela imprecisão dos equipamentos de medição de vazão dos sistemas de macromedição e micromedição. Caracterizam, portanto, a qualidade e eficiência do sistema de medição, e se relacionam com aspectos de avaliação da quantidade de água e não com perda de água propriamente dita.

❑ Pesquisa de Vazamentos

Ao longo da Concessão, a Concessionária empreenderá um programa voltado à pesquisa de vazamentos nas redes instaladas, em especial nos trechos onde as tubulações são mais antigas, com o emprego de equipamentos específicos, tais como geofones.

Existem atualmente dois tipos de Geofone encontrados no mercado. O modelo mecânico e o modelo digital.

Figura 70: Pesquisa de vazamentos com Geofone

O modelo mecânico é mais "rústico", porém ainda assim eficiente. Ele se assemelha bastante com um estetoscópio. A vibração do solo, natural ou não, chega até o operador através da mecânica acústica. Ou seja, o operador escuta um áudio cru. Este áudio é relativamente difícil de ser interpretado, exigindo mais treinamento e percepção, além de possuir um alcance de profundidade menor.

Já o Geofone eletrônico, amplamente encontrado no mercado e principal instrumento usado pela ORBIS AMBIENTAL, ao contrário do modelo mecânico, ele recebe as vibrações do solo, as interpreta e cria um sinal eletrônico para o operador. Garantindo assim um som mais nítido.

Com o Geofone eletrônico será muito mais fácil e rápido encontrar o local do vazamento. Tanto em áreas interna como externas. Além de que é possível encontrar vazamentos em distâncias mais profundas, com cerca de 1,50 m.

❑ Outras Soluções

Além das ações mencionadas nos tópicos anteriores, a Concessionária implementará ainda as seguintes ações abrangendo o Distrito Sede e o Distrito de São Jerônimo dos Poções:

- Expansão da rede de distribuição ao longo do Período de Concessão, com o incremento de **17.487 m** de extensão de tubulação, de maneira a atender o crescimento vegetativo da população,

considerando que parte dos investimentos de ampliação de redes serão decorrentes de novos empreendimentos e o restante são resultantes de extensões de rede pública. Desta extensão, considerou-se que cerca de 70%, ou seja, aproximadamente **12.373 m** serão executados pela Concessionária, e o restante por empreendedores privados;

- Expansão do número de ligações de água ao longo de todo o Período de Concessão, de maneira a atender o crescimento vegetativo da população, sendo incrementadas **2.066 ligações**, sendo uma parcela instalada por empreendedores privados;
- Substituição de **13.630 m** de redes antigas de outros materiais, que estejam em más condições de operação, ao longo de todo o Período de Concessão, a partir do 2º Ano da Concessão, considerando a substituição anual de 1% da extensão atual até o 6º Ano e 0,5% até o fim de plano;
- Substituição de **1.083 m** do total das Ligações de Água existentes, sendo considerado o percentual de 2% até o 6º Ano da Concessão e de 0,5% até o fim de plano;
- Para melhoria da qualidade do parque de hidrômetros, faz-se necessária a substituição de aproximadamente 40% dos hidrômetros existentes no prazo imediato. Posteriormente, será adotada uma política de substituição, de forma a garantir uma idade média de 7 anos para o parque de hidrômetros;
- Padronização das ligações de água e da localização dos cavaletes das unidades de medição, ao longo da Concessão;
- Implementação, no 1º Ano de Concessão, de softwares adequados para a realização da gestão comercial (*SANSYS, ACQUAGIS, WaterGEMS*, etc.);
- Modernização da prestação de serviços, até o final do 1º Ano de Concessão, com informatização do serviço de atendimento ao público, de modo a agilizar o fornecimento de qualquer informação de interesse aos usuários.

❑ Dimensionamento das Intervenções Propostas

Com base nas informações disponibilizadas pelo SNIS, em 2021, o SAA Existente possuía uma extensão da ordem de 75,4 km de tubulações associadas à distribuição de água potável para a população e 5.303 ligações totais de água, o que resulta na incidência de 14,218 m de rede por ligação.

Conforme já salientado, visando atender à evolução das demandas de água no Município de Campos Altos, em função do crescimento vegetativo da população, serão implantadas e substituídas, até o final do Período de Concessão, tubulações da Rede de Distribuição de Água.

As intervenções de implantação e substituição das Redes de Distribuição de Água Tratada, previstas para cada ano do Período de Concessão, estão indicadas a seguir:

Expansão da Rede de Distribuição de Água Potável

Consistirá na construção de novas tubulações para que o sistema de abastecimento de água potável atinja a universalização e absorva o crescimento vegetativo previsto para o município de Campos Altos. Essa intervenção será realizada ao longo de todo o Período de Concessão, portanto, nos prazos imediato, curto, médio e longo conforme pode ser visualizado na tabela apresentada mais adiante.

Na fase de elaboração do Projeto Executivo das Redes de Distribuição será elaborado um estudo detalhado para a implantação de macro setores de distribuição, visando à implantação do programa de controle e redução de perdas físicas através do controle das pressões na Rede de Distribuição de Água.

Substituição de Redes de Distribuição

A tabela a seguir apresenta os quantitativos previstos para a substituição de Redes de Distribuição, abrangendo paulatinamente, as tubulações antigas, visando à redução das perdas de carga nas mesmas e prevenção de eventuais rompimentos na rede, gerando volumes significativos de perdas de água.

Tabela 39: Ampliação e Substituição de Redes de Distribuição

HORIZONTE PARCIAL	ANO DA CONCESSÃO	ANO	MUNICÍPIO				DISTRITO SEDE					DISTRITO DE SÃO JERÔNIMO DOS POÇÕES				
			Extensão Total (m)	Ampliação (m)	Substituição (m)	Extensão Total de Novas Redes (m)	Extensão Total (m)	Ampliação (m)	Incremento de Redes Novas Concessionária (unid)	Incremento de Redes Novas Privado (m)	Substituição (m)	Extensão Total (m)	Ampliação (m)	Incremento de Redes Novas Concessionária (m)	Incremento de Redes Novas Privado (m)	Substituição (m)
	0	2022	68.961,00				68.261,00					700,00				
IMEDIATO	**1**	2023	78.818,00	9.857,00	-	9.857,00	77.913,00	9.652,00	7.507,00	2.145,00		905,00	205,00	205,00	-	
	2	2024	80.316,00	1.498,00	722,00	2.220,00	79.406,00	1.493,00	1.161,00	332,00	715,00	910,00	5,00	5,00	-	7,00
CURTO	**3**	2025	81.824,00	1.508,00	722,00	2.230,00	80.909,00	1.503,00	1.169,00	334,00	715,00	915,00	5,00	5,00	-	7,00
	4	2026	81.960,00	136,00	722,00	858,00	81.043,00	134,00	67,00	67,00	715,00	917,00	2,00	2,00	-	7,00
	5	2027	82.094,00	134,00	722,00	856,00	81.177,00	134,00	67,00	67,00	715,00	917,00	-	-	-	7,00
MÉDIO	**6**	2028	82.228,00	134,00	722,00	856,00	81.311,00	134,00	67,00	67,00	715,00	917,00	-	-	-	7,00
	7	2029	82.362,00	134,00	348,50	482,50	81.445,00	134,00	67,00	67,00	341,50	917,00	-	-	-	7,00
	8	2030	82.500,00	138,00	348,50	486,50	81.583,00	138,00	69,00	69,00	341,50	917,00	-	-	-	7,00
	9	2031	82.636,00	136,00	348,50	484,50	81.717,00	134,00	67,00	67,00	341,50	919,00	2,00	2,00	-	7,00
	10	2032	82.774,00	138,00	348,50	486,50	81.855,00	138,00	69,00	69,00	341,50	919,00	-	-	-	7,00
	11	2033	82.912,00	138,00	345,50	483,50	81.993,00	138,00	69,00	69,00	341,50	919,00	-	-	-	4,00
	12	2034	83.052,00	140,00	345,50	485,50	82.131,00	138,00	69,00	69,00	341,50	921,00	2,00	2,00	-	4,00
	13	2035	83.190,00	138,00	345,00	483,00	82.269,00	138,00	69,00	69,00	341,00	921,00	-	-	-	4,00
	14	2036	83.334,00	144,00	345,00	489,00	82.413,00	144,00	72,00	72,00	341,00	921,00	-	-	-	4,00
	15	2037	83.474,00	140,00	345,00	485,00	82.551,00	138,00	69,00	69,00	341,00	923,00	2,00	2,00	-	4,00
LONGO	**16**	2038	83.618,00	144,00	345,00	489,00	82.695,00	144,00	72,00	72,00	341,00	923,00	-	-	-	4,00
	17	2039	83.756,00	138,00	345,00	483,00	82.833,00	138,00	69,00	69,00	341,00	923,00	-	-	-	4,00
	18	2040	83.900,00	144,00	345,00	489,00	82.977,00	144,00	72,00	72,00	341,00	923,00	-	-	-	4,00
	19	2041	84.046,00	146,00	345,00	491,00	83.121,00	144,00	72,00	72,00	341,00	925,00	2,00	2,00	-	4,00
	20	2042	84.190,00	144,00	345,00	489,00	83.265,00	144,00	72,00	72,00	341,00	925,00	-	-	-	4,00
	21	2043	84.338,00	148,00	345,00	493,00	83.413,00	148,00	74,00	74,00	341,00	925,00	-	-	-	4,00
	22	2044	84.482,00	144,00	345,00	489,00	83.557,00	144,00	72,00	72,00	341,00	925,00	-	-	-	4,00
	23	2045	84.630,00	148,00	345,00	493,00	83.705,00	148,00	74,00	74,00	341,00	925,00	-	-	-	4,00
	24	2046	84.780,00	150,00	345,00	495,00	83.853,00	148,00	74,00	74,00	341,00	927,00	2,00	2,00	-	4,00
	25	2047	84.928,00	148,00	345,00	493,00	84.001,00	148,00	74,00	74,00	341,00	927,00	-	-	-	4,00
	26	2048	85.076,00	148,00	345,00	493,00	84.149,00	148,00	74,00	74,00	341,00	927,00	-	-	-	4,00
	27	2049	85.226,00	150,00	345,00	495,00	84.297,00	148,00	74,00	74,00	341,00	929,00	2,00	2,00	-	4,00
	28	2050	85.378,00	152,00	345,00	497,00	84.449,00	152,00	76,00	76,00	341,00	929,00	-	-	-	4,00
	29	2051	85.526,00	148,00	345,00	493,00	84.597,00	148,00	74,00	74,00	341,00	929,00	-	-	-	4,00
	30	2052	85.678,00	152,00	345,00	497,00	84.749,00	152,00	76,00	76,00	341,00	929,00	-	-	-	4,00
	31	2053	85.830,00	152,00	345,00	497,00	84.901,00	152,00	76,00	76,00	341,00	929,00	-	-	-	4,00
	32	2054	85.984,00	154,00	345,00	499,00	85.053,00	152,00	76,00	76,00	341,00	931,00	2,00	2,00	-	4,00
	33	2055	86.136,00	152,00	345,00	497,00	85.205,00	152,00	76,00	76,00	341,00	931,00	-	-	-	4,00
	34	2056	86.294,00	158,00	345,00	503,00	85.363,00	158,00	79,00	79,00	341,00	931,00	-	-	-	4,00
	35	2057	86.448,00	154,00	345,00	499,00	85.515,00	152,00	76,00	76,00	341,00	933,00	2,00	2,00	-	4,00
TOTAIS				**17.487,00**	**13.630,00**	**31.117,00**		**17.254,00**	**12.140,00**	**5.114,00**	**13.467,00**		**233,00**	**233,00**	**-**	**163,00**

b) Ligações Prediais e Hidrometração

Muito comumente, as Ligações Prediais de Água são os pontos mais suscetíveis a ocorrência de vazamentos, por isso a Concessionária estará alerta para uma análise destas ocorrências e também quanto à qualidade executiva das ligações prediais.

Quanto à hidrometração, muito comumente, os hidrômetros locados nos cavaletes das ligações de água são responsáveis pela ampliação das perdas de água, integrando a parcela de perdas aparentes. Por isso, a Concessionária estará alerta para a aferição e substituição de hidrômetros.

A solução proposta pela ORBIS AMBIENTAL prevê a substituição de cerca de 40% dos hidrômetros existentes no 1º Ano de Concessão, a fim de manter o parque atualizado e em boas condições de funcionamento.

A substituição dos hidrômetros avariados ou com prazo de validade vencido será realizada também ao longo da Concessão, seguindo critérios estabelecidos com base na experiência da ORBIS AMBIENTAL, obtida na prestação de serviços desta natureza em municípios semelhantes a Campos Altos.

As intervenções propostas pela ORBIS AMBIENTAL para as ligações e ramais prediais tiveram como diretrizes os seguintes aspectos:

- Construção de novas ligações para acompanhamento do crescimento populacional;
- Substituição de ligações antigas;
- Instalação de hidrômetros para o atingimento do índice de 100% de hidrometração.

❑ Expansão do Número de Ligações de Água

De acordo com os critérios, anteriormente apresentados, até o final do Período de Concessão, a Concessionária implantará cerca de 1.070 novas Ligações de Água, conforme demonstra a tabela apresentada mais adiante.

❑ Substituição e Instalação de Hidrômetros

De maneira geral, a substituição de hidrômetros pode se dar pela periodicidade de manutenção, limite do volume registrado, ou defeito/falha no equipamento, detectados pelo técnico que realiza a leitura do hidrômetro quando faz a apuração mensal do consumo no imóvel do consumidor. Portanto, essa atividade será desenvolvida ao longo de todo o Período de Concessão, uma vez que a precisão da medição do consumo de água é essencial para a diminuição das perdas de água aparentes.

Nessa condição, a ORBIS AMBIENTAL prevê a substituição hidrômetros a cada 7 anos, sendo que cerca de 40% dos hidrômetros serão substituídos no 1º Ano da Concessão, com prioridade para os que apresentam anomalias seguido dos hidrômetros mais antigos, observando-se que todos os hidrômetros a serem instalados contarão com os lacres antifraudes.

❑ Dimensionamento das Intervenções

As tabelas a seguir apresentam o dimensionamento das intervenções previstas para as Ligações Prediais de Água e Hidrômetros.

Tabela 40: Ampliação e Substituição de Ligações Prediais de Água

HORIZONTE PARCIAL	ANO DA CONCESSÃO	ANO	MUNICÍPIO				DISTRITO SEDE			DISTRITO DE SÃO JERÔNIMO DOS POÇÕES		
			Total de Ligações (unid)	Incremento de Ligações (unid)	Substituição de Ligações (unid)	Total de Novas Ligações (unid)	Total de Ligações (unid)	Incremento de Ligações (unid)	Substituição de Ligações (unid)	Total de Ligações (unid)	Incremento de Ligações (unid)	Substituição de Ligações (unid)
	0	2022	4.446	0	0		4.446			0		
IMEDIATO	**1**	2023	4.949	903	0	903	4.908	862		41	41	
	2	2024	5.079	130	89	219	5.037	129	89	42	1	0
CURTO	**3**	2025	5.209	130	89	219	5.166	129	89	43	1	0
	4	2026	5.236	27	89	116	5.192	26	89	44	1	0
	5	2027	5.262	26	89	115	5.218	26	89	44	0	0
MÉDIO	**6**	2028	5.288	26	89	115	5.244	26	89	44	0	0
	7	2029	5.314	26	22	48	5.270	26	22	44	0	0
	8	2030	5.341	27	22	49	5.297	27	22	44	0	0
	9	2031	5.368	27	22	49	5.323	26	22	45	1	0
	10	2032	5.395	27	22	49	5.350	27	22	45	0	0
	11	2033	5.422	27	22	49	5.377	27	22	45	0	0
	12	2034	5.449	27	22	49	5.403	26	22	46	1	0
	13	2035	5.477	28	22	50	5.431	28	22	46	0	0
	14	2036	5.504	27	22	49	5.458	27	22	46	0	0
	15	2037	5.532	28	22	50	5.485	27	22	47	1	0
LONGO	**16**	2038	5.559	27	22	49	5.512	27	22	47	0	0
	17	2039	5.587	28	22	50	5.540	28	22	47	0	0
	18	2040	5.614	27	22	49	5.567	27	22	47	0	0
	19	2041	5.643	29	22	51	5.595	28	22	48	1	0
	20	2042	5.671	28	22	50	5.623	28	22	48	0	0
	21	2043	5.699	28	22	50	5.651	28	22	48	0	0
	22	2044	5.728	29	22	51	5.680	29	22	48	0	0
	23	2045	5.756	28	22	50	5.708	28	22	48	0	0
	24	2046	5.786	30	22	52	5.737	29	22	49	1	0
	25	2047	5.814	28	22	50	5.765	28	22	49	0	0
	26	2048	5.843	29	22	51	5.794	29	22	49	0	0
	27	2049	5.873	30	22	52	5.823	29	22	50	1	0
	28	2050	5.902	29	22	51	5.852	29	22	50	0	0
	29	2051	5.932	30	22	52	5.882	30	22	50	0	0
	30	2052	5.961	29	22	51	5.911	29	22	50	0	0
	31	2053	5.991	30	22	52	5.941	30	22	50	0	0
	32	2054	6.021	30	22	52	5.970	29	22	51	1	0
	33	2055	6.051	30	22	52	6.000	30	22	51	0	0
	34	2056	6.081	30	22	52	6.030	30	22	51	0	0
	35	2057	6.112	31	22	53	6.060	30	22	52	1	0
			TOTAIS	**2.066**	**1.083**	**3.149**		**2.014**	**1.083**		**52**	**0**

Tabela 41: Instalação e Substituição de Hidrômetros

HORIZONTE PARCIAL	ANO DA CONCESSÃO	ANO	MUNICÍPIO		
			Instalação de Hidrômetros (unid)	Substituição de Hidrômetros (unid)	Total de Novos Hidrômetros (unid)
	0	2022	0	0	
IMEDIATO	**1**	2023	477	2.022	2.499
	2	2024	66	0	66
CURTO	**3**	2025	66	0	66
	4	2026	14	1.264	1.278
	5	2027	13	1.011	1.024
MÉDIO	**6**	2028	13	758	771
	7	2029	13	0	13
	8	2030	14	2.692	2.706
	9	2031	14	98	112
	10	2032	14	99	113
	11	2033	14	1.271	1.285
	12	2034	14	1.017	1.031
	13	2035	14	764	778
	14	2036	14	6	20
	15	2037	15	2.692	2.707
LONGO	**16**	2038	14	98	112
	17	2039	14	99	113
	18	2040	14	1.271	1.285
	19	2041	15	1.017	1.032
	20	2042	14	764	778
	21	2043	14	6	20
	22	2044	15	2.692	2.707
	23	2045	14	98	112
	24	2046	16	99	115
	25	2047	14	1.271	1.285
	26	2048	15	1.017	1.032
	27	2049	16	764	780
	28	2050	15	6	21
	29	2051	15	2.692	2.707
	30	2052	15	98	113
	31	2053	15	99	114
	32	2054	16	1.271	1.287
	33	2055	15	1.017	1.032
	34	2056	15	764	779
	35	2057	14	6	20
		TOTAIS	**1.070**	**28.839**	**29.909**

a) Exemplos de Procedimentos Técnicos e Operacionais

Em complementação ao que foi até aqui exposto, são apresentados na sequência alguns exemplos de procedimentos técnicos e operacionais utilizados pela ORBIS AMBIENTAL em suas operações, os quais serão também implementadas para solução dos problemas críticos das Redes de Distribuição, Ligações Prediais e Hidrometração, no Município de Campos Altos.

c.1) Exemplo de Ordem de Serviço para Monitoramento de Pressão

Fotos Serviços Executados

Serviços de: Unidade Comercial | Período de Execução: de 23/08/2023 até 23/08/2023 | Período de Solicitação: de 23/08/2023 até 23/08/2023 | Código de Serviço: [608]

Protocolo: 51052	**Serviço:** 608 - Monitoramento Pressão	**Data Solicitação:** 23/08/2023 15:09
Setor Execução: Operacional	**Funcionário/Equipe:** SSSA13	**Data Execução:** 23/08/2023 16:34
Endereço: Rua SOL NASCENTE , SN , QD 02 - LT 01		**Matrícula:** 7105-6

OPE0055 Página 1 de 1 23/08/2023 16:58

Fotos Serviços Executados

Serviços de: Unidade Comercial | Período de Execução: de 04/09/2023 até 04/09/2023 | Período de Solicitação: de 04/09/2023 até 04/09/2023 | Código de Serviço: [608]

Protocolo: 52901	**Serviço:** 608 - Monitoramento Pressão	**Data Solicitação:** 04/09/2023 17:52
Setor Execução: Operacional	**Funcionário/Equipe:** SSSA13	**Data Execução:** 04/09/2023 18:02
Endereço: Rua 07 , SN , QD 0K - LT 129		**Matrícula:** 1604-7

Protocolo: 52902	**Serviço:** 608 - Monitoramento Pressão	**Data Solicitação:** 04/09/2023 17:53
Setor Execução: Operacional	**Funcionário/Equipe:** SSSA13	**Data Execução:** 04/09/2023 18:11
Endereço: Rua 09 , SN , QD B - LT 151		**Matrícula:** 1226-2

OPE0055 Página 1 de 4 04/09/2023 18:48

Fotos Serviços Executados

Serviços de: Unidade Comercial | Período de Execução: de 04/09/2023 até 04/09/2023 | Período de Solicitação: de 04/09/2023 até 04/09/2023 | Código de Serviço: [608]

Protocolo: 52903	**Serviço:** 608 - Monitoramento Pressão	**Data Solicitação:** 04/09/2023 17:54
Setor Execução: Operacional	**Funcionário/Equipe:** SSSA13	**Data Execução:** 04/09/2023 18:21
Endereço: Rua 11 , SN , QD 0N - LT 126		**Matrícula:** 1741-8

Fotos Serviços Executados

Serviços de: Unidade Comercial | Período de Execução: de 04/09/2023 até 04/09/2023 | Período de Solicitação: de 04/09/2023 até 04/09/2023 | Código de Serviço: [608]

Protocolo: 52904	**Serviço:** 608 - Monitoramento Pressão	**Data Solicitação:** 04/09/2023 18:20
Setor Execução: Operacional	**Funcionário/Equipe:** SSSA13	**Data Execução:** 04/09/2023 18:38
Endereço: Avenida MINAS GERAIS , SN , QD A-1 - LT 02		**Matrícula:** 1170-3

MINAS GERAIS
Rua Ministro Orozimbo Nonato, nº 102, sala 609, Torre A, Vila da Serra, Nova Lima/MG – CEP 34.006-053
Tel.: (55 31) 3036-6300 – E-mail: licitacao@orbisambiental.eco.br

Fotos Serviços Executados

Serviços de: Unidade Comercial | Período de Execução: de 04/09/2023 até 04/09/2023 | Período de Solicitação: de 04/09/2023 até 04/09/2023 | Código de Serviço: [608]

MINAS GERAIS
Rua Ministro Orozimbo Nonato, nº 102, sala 609, Torre A, Vila da Serra, Nova Lima/MG – CEP 34.006-053
Tel.: (55 31) 3036-6300 – E-mail: licitacao@orbisambiental.eco.br

c.2) Procedimentos para Levantamentos Planialtimétricos

O levantamento planialtimétrico do município consistiu na obtenção dos dados com auxílio do VANT e processamento computacional posterior. O produto esperado são as curvas de nível de toda a área de projeto, de 1 em 1 metro.

Dessa forma, inicialmente são levantados os dados a serem utilizados. Todo a área urbana da sede do município foi sobrevoada, além do distrito de Itaguaçu. Os drones utilizados foram os modelos Phantom 4 Pro e o Mavic 2 Pro, ambos da marca DJI, renomada empresa do ramo.

Para definição dos planos de voos, considerando que os VANTs, para a realização de serviços dessa natureza realizam voos autônomos, utilizou-se o software DroneDeploy, que é o mesmo software por meio do qual os voos são executados. Já para o tratamento dos arquivos, de extensa memória (mais de 100GB), utilizou-se o software Agisoft Metashape.

A área a ser sobrevoada na sede do município consta na figura a seguir. Em vermelho temos as áreas críticas de influência do aeródromo, nas quais os voos foram feitos em alinhamento, tanto com a ORBIS Ambiental, quanto com o responsável pela segurança dos espaços físicos do aeródromo. Os voos foram realizados somente nos horários em que certamente não haveria aterrissagem nem decolagem de aviões, priorizando a segurança da operação. Já a área em azul trata-se da área que foi levantada na sede, e na qual os voos com o VANT não interferem na zona de aproximação e decolagem do aeroporto.

Figura 71: Área a ser voada

Conforme Silva (2015), a fotogrametria fundamenta o estudo e o significado da forma, das proporções e localização de objetos no espaço, respaldando em medições adquiridas com suporte em fotografias ou imagens digitais.

Assim, as coordenadas X, Y e Z (altura em relação ao solo) podem ser obtidas de uma só vez. Os levantamentos planialtimétricos são essenciais para visualizar recursos topográficos, como a superfície do relevo e acidentes geográficos (mostrando superfícies íngremes e planas). Esses recursos básicos são utilizados nos planejamentos dos mapeamentos das superfícies (BORGES, 1992). No caso da modelagem de SAA e SES são indispensáveis, considerando a relevância da força gravitacional no deslocamento de fluidos.

Os mapas planialtimétricos aplicados às áreas urbanas servem como subsídio para as análises posteriores. É importante ressaltar que apesar de uma série de processos serem necessários para a elaboração do estudo planialtimétrico (nuvem densa, modelo, tratamento dos pontos etc.), para o estudo do SAA e SES, dentro da modelagem computacional, o produto de interesse corresponde ao .shp das curvas de nível – contendo um atributo indicando a altitude de cada curva, em metros.

As imagens aéreas não são os produtos cartográficos propriamente. As fotos são os dados de entrada e os produtos cartográficos são os dados de saída – pós-tratamento.

❑ Coleta de Dados

Este item buscará resumir o processo de coleta de dados. Explicando brevemente como foi realizado o levantamento desses dados: com relação à criação dos planos de voo, mas também da coleta das coordenadas dos pontos de controle, que serão usados para garantir o georreferenciamento das fotos que elaborarão o modelo de elevação do terreno.

DroneDeploy

O software DroneDeploy foi utilizado para elaboração dos planos de voo. Dentro da plataforma, disponível para desktop e celular, define-se a área de interesse, o ângulo no plano X, Y que o drone voará, altura do drone durante o voo e modelo do equipamento.

O software estima o tempo de voo e a quantidade de baterias necessárias. Cada bateria dura aproximadamente 20 minutos. Na primeira semana de 2023, entre o dia 03 e 06 de janeiro, foram realizados 18 voos. Já na primeira semana de fevereiro foram realizados mais 32 voos. Os voos foram todos realizados em um plano horizontal a 115 metros de altura em relação ao ponto de decolagem.

Cada foto tem ~7 MB, o que acarreta em arquivos muito pesados (mais de 100GB) e de lento processamento. Desde o regresso da segunda viagem de campo, todo esse período foi necessário para o processamento dos pontos, sobretudo a etapa mais demorada, a "Criação da Nuvem Densa de Pontos", que foi realizada com qualidade "alta".

Pontos de Controle

Pontos de controle são localizações marcadas no solo que possuem coordenadas confiáveis. A ideia desses pontos é "amarrar" o conjunto fotogramétrico ao terreno. O software, nesse caso, garante que aqueles pontos geográficos correspondem aos pixels sinalizados nas fotos. Na prática são feitos diversos "X" em tinta branca no solo, na área a ser mapeada, para que as coordenadas desses locais sejam fixadas com base nos valores obtidos com o Rover. Uma vez que esses pontos possuem coordenadas bastante confiáveis (corrigidas pelo método PPP e de ondulação geoidal, inclusive) a confiabilidade do modelo digital fica consideravelmente maior. Ou seja, as coordenadas que antes tinham uma precisão métrica (do GPS do próprio drone), após o processo, terão uma precisão centimétrica. O aumento da precisão se deve ao fato de que nos pontos de controle, há segurança de que o pixel da foto tem as coordenadas levantadas em campo. Uma vez que as fotos contíguas são amarradas entre si, esses pontos garantem uma precisão bem maior para todo o conjunto fotogramétrico.

Uma analogia interessante seria pensar que o conjunto fotogramétrico é um pedaço de tecido a ser colocado sobre uma lousa de madeira. A lousa representa a cidade e o tecido nosso conjunto fotogramétrico. Se em alguns pontos da lousa o tecido for pregado, assegurando que determinado ponto do tecido corresponde a determinado ponto da lousa, todo o tecido acabará por se adequar melhor à lousa. Ou seja, alguns poucos pontos de controle já são suficientes para que os erros geoespaciais sejam bastante minimizados.

A figura a seguir ilustra as localizações dos pontos de controle no espaço.

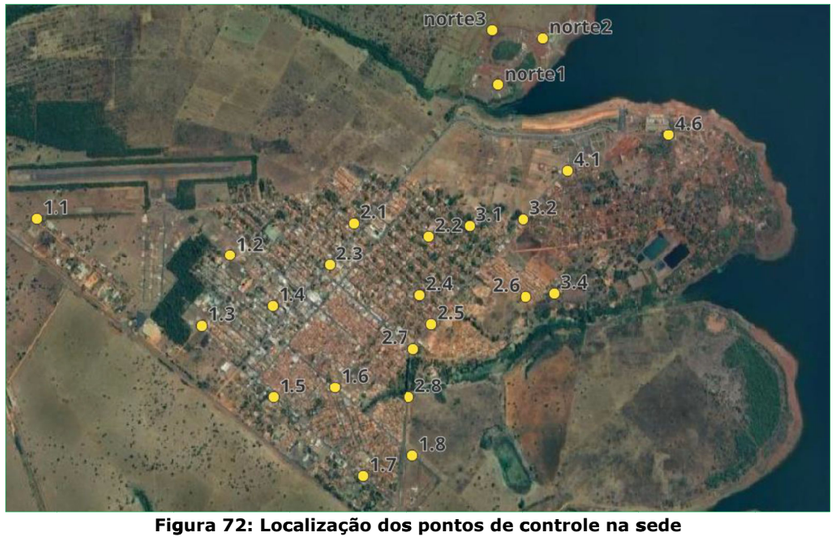


Figura 72: Localização dos pontos de controle na sede

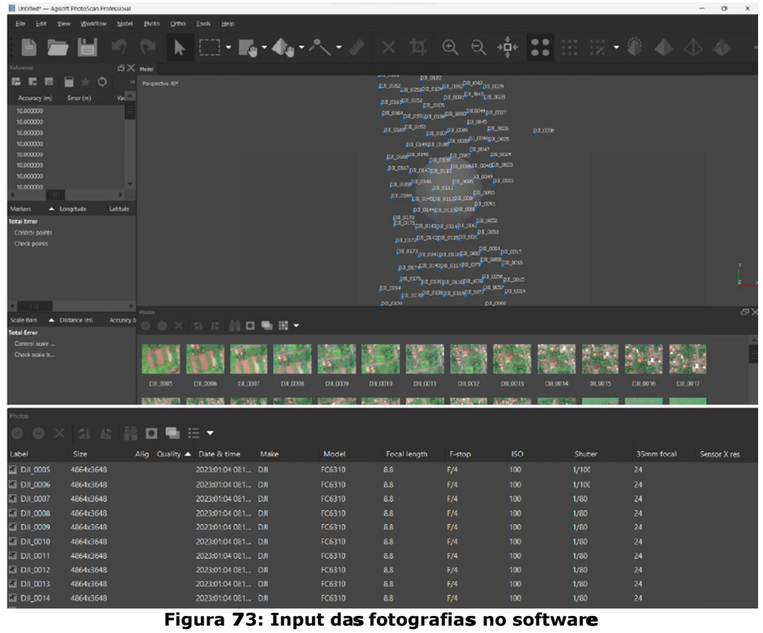


Figura 73: Input das fotografias no software

❑ Tratamento dos Dados

Este tópico descreve a metodologia de processamento dos dados coletados em campo. Ou seja, descreve como as fotos tiradas pelo VANT são transformadas nas curvas de nível do terreno, que é de fato o produto de interesse para a modelagem computacional de SAA e SES.

Agisoft Metashape

Como mencionado, o tratamento das imagens para elaboração dos modelos de interesse é feito dentro do software Agisoft Metashape. A ordem das atividades é:

⇨ *Importação das fotos dentro do software:*

- Input das fotos tiradas em campo, pelo VANT, dentro do software.

⇨ *Alinhamento com base nas coordenadas dos próprios arquivos:*

Processo em que, com base na sobreposição entre fotos contíguas, o software é capaz de amarrar uma foto nas fotos circundantes e geolocalizá-las (nesse momento apenas com a referência do GPS do VANT, que não é muito preciso). Essa tarefa foi realizada na opção de qualidade "Alta".

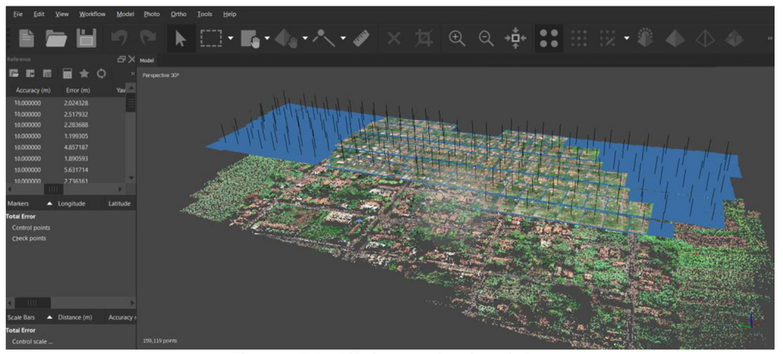


Figura 74: Alinhamento das fotos

⇨ Criação da nuvem densa de pontos:

Processo que renderiza, com as devidas cores, bilhões de pontos, levando em conta X, Y e Z de cada um deles.

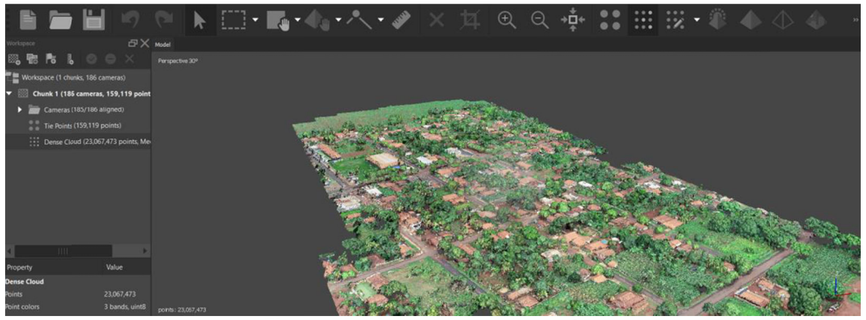


Figura 75: Nuvem densa de pontos

⇨ Correção com base nos pontos de controle e reconstrução da nuvem densa de pontos:

Utiliza-se as coordenadas confiáveis dos pontos de controle para amarrar novamente as fotos tiradas pelo VANT, tanto entre si mesmas como também em relação ao sistema de coordenadas empregado (no caso, SIRGAS 2000 22S). Os pontos de controle são as "bandeirinhas" da Figura 7 a seguir. Na parte esquerda da figura pode-se observar que o ponto de controle em questão é o P1 e que suas coordenadas (obtidas com Rover, em campo) são seguramente as indicadas. Deu-se a entrada da latitude, longitude e altitude de todos os 27 pontos de controle corrigidos. Para cada ponto de controle, é necessário observar todas as fotos que exibem o "X" em questão e posicionar a bandeirinha exatamente no pixel central do "X" da fotografia.

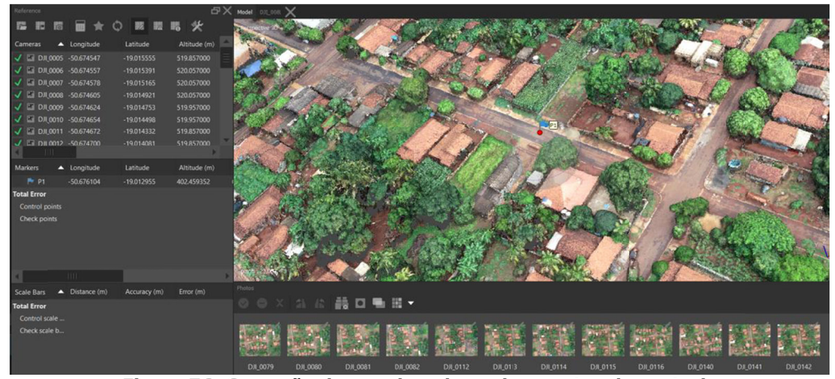


Figura 76: Correção de coordenadas pelos pontos de controle

⇨ Criação do modelo digital de elevação:

Nesta etapa é criado o modelo digital de elevação, que leva em conta árvores e construções.

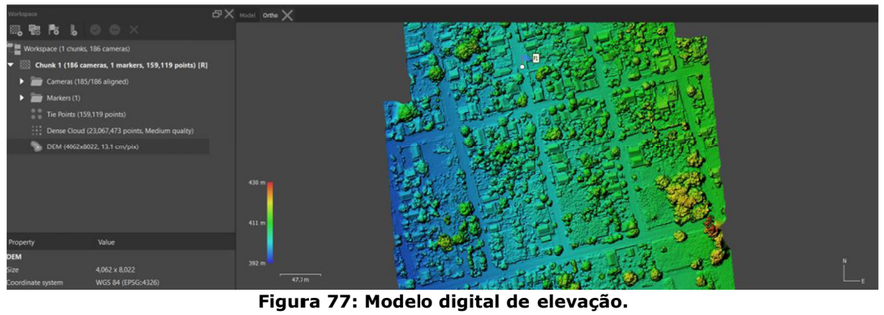


Figura 77: Modelo digital de elevação.

⇨ Tratamento dos pontos da nuvem densa em função da classificação:

Os pontos da nuvem densa são classificados em função de seu tipo (construção, terreno, árvore, ruído etc.). Os parâmetros usados para a classificação dos pontos estão descritos na Figura a seguir.

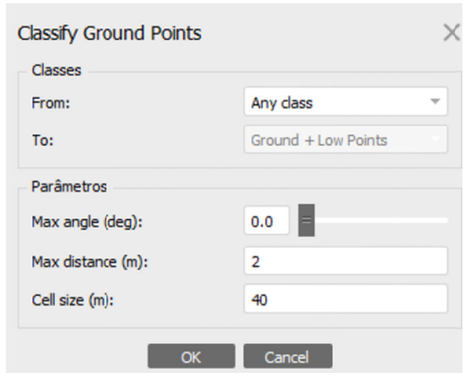


Figura 78: Parâmetros para classificar os pontos

A Figura a seguir ilustra os pontos de solo em marrom e os outros pontos (que não são do nosso interesse, em branco).

Figura 79: Pontos classificados

⇨ 3.1.7. Criação do modelo digital de terreno (somente dos pontos cujo tipo é "terreno"):

É criado o modelo sem as árvores, arbustos, rochas e construções. Esse modelo pode passar pelo processo de suavização (utilizou-se "Força" = 200). O processo de suavização busca limpar os pixels de ruído e tornar a superfície um pouco mais lisa, para gerar curvas de nível mais coerentes.

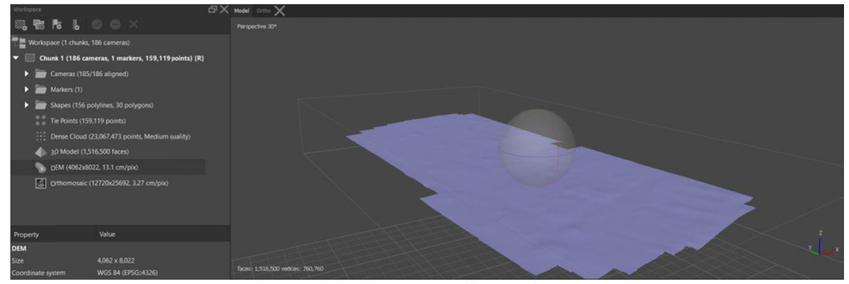


Figura 80: Modelo digital de terreno

⇨ Criação das curvas de nível do modelo digital de terreno:

São por fim geradas as curvas de nível. Que podem ser exportadas no sistema de coordenadas de interesse. No nosso caso: SIRGAS 2000 22S.

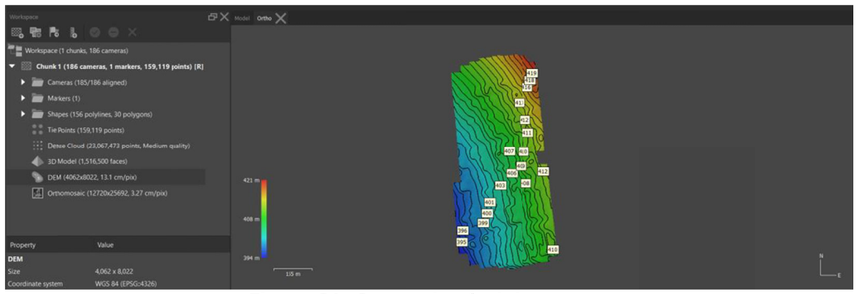


Figura 81: Curvas de nível do terreno

Como dito, os arquivos tratados dentro do Agisoft são extremamente pesados. Para processá-los, foi necessário dividir o conjunto total de arquivos em diversas sub-áreas (chamadas de Chunks).

O erro médio dos pontos de controle foi de 19,54 centímetros, valor bastante baixo e aceitável para estudos do gênero.

1.e.3. Descrição das Unidades que serão Utilizadas para o Abastecimento Público de Água

As Redes de Distribuição de Água, as Ligações Prediais de Água e os Hidrômetros a serem utilizados no SAA de Campos Altos apresentarão as seguintes características:

1.e.3.1. Redes de Distribuição de Água

a) Características Físicas das Redes de Distribuição de Água

De acordo com a concepção proposta pela ORBIS AMBIENTAL, ao longo da Concessão, está sendo prevista a instalação de aproximadamente **29.008 m** de tubulações destinadas à distribuição de água potável. Desse montante, cerca de 57%, ou seja, **16.521 m** corresponderão às ampliações necessárias ao crescimento vegetativo da população, e os 43%, cerca de **12.487 m** restantes, à substituição de tubulações em estado de conservação precário ao que se apresentem muito antigas.

De acordo com o Cadastro disponibilizado pela Prefeitura de Campos Altos, o SAA conta atualmente com aproximadamente **5.900 m** de Adutoras de Água Bruta, constituídos em grande parte por tubulações de PVC PBA e PVC DEFoFo, e o restante em tubulação de ferro fundido.

Com essas informações, ao final de plano, a Rede de Distribuição do SAA de Campos Altos apresentará as seguintes características:

Tabela 42: Características das Adutoras de Água Tratada e da Rede de Distribuição de Água Potável

DENOMINAÇÃO	DIÂMETRO (mm)	MATERIAL	EXTENSÃO (m)
AAT-1	200	PVC DEFoFo	1.237
AAT-2	150	Ferro Fundido	1.545
AAT-3	200	Ferro Fundido	240
AAT-4	150	Ferro Fundido	534
AAT-5	200	PVC DEFoFo	700
AAT-6	100	PVC PBA	421
AAT-7	75	PVC PBA	625
AAT-8	100	PVC PBA	600
AAT-9	75	PVC PBA	324
AAT-10	75	PVC PBA	132
AAT-11	75	PVC PBA	324
Rede de Distribuição	50	PVC PBA	80.448
		TOTAL	**87.130**

b) Processo de Execução das Adutoras e Redes de Distribuição de Água Tratada

De maneira geral, na execução das obras destinadas à substituição ou ampliação das Adutoras e Redes de Distribuição de Água Tratada, serão observados os seguintes procedimentos básicos:

- **Locação da Obra**

A locação da obra consistirá na locação do eixo do traçado, bem como alocação de todos os demais serviços previstos para a execução da obra, podendo incluir sondagens logo antes a execução.

A Concessionária verificará todas as locações indicadas nas peças gráficas e detalhamentos de modo a antever a possibilidade de ocorrências de distorções no levantamento topográfico utilizado e traçado realizado.

Transporte

Para minimizar os riscos de acidentes durante o transporte será necessário observar certas regras durante o carregamento e descarregamento dos tubos e demais materiais. Qualquer que seja o meio utilizado será obrigatório prever um apoio correto, resistente e durável, sem gerar impacto das tubulações, conexões e/ou equipamentos com o chão.

Além disso, os tubos serão calçados lateralmente e nas extremidades, de maneira a impedir qualquer deslocamento longitudinal, o que pode ser perigoso em caso de parada brusca do veículo de transporte.

Sempre que for necessário, a movimentação de tubos através do içamento dos mesmos, serão utilizadas cintas e cabos de aço com resistência suficiente.

Interferências

Antes de iniciar as escavações, serão realizadas pesquisas de interferências, para que não sejam danificados quaisquer tubos, caixas, cabos, postes e outros elementos e/ou estruturas que estejam na área atingida pela escavação ou próximas à mesma.

Abertura das Valas

Será executada a abertura de valas observando o recobrimento mínimo de 1,10 m da geratriz superior da tubulação quando na via de tráfego e recobrimento mínimo de 0,80 metros quando da execução no passeio.

Junto às valas, serão mantidas livres as grelhas, tampões e bocas de lobo das redes de serviços públicos, de modo a evitar danos e entupimentos.

Todos os danos causados à propriedades públicas ou privadas, bem como danos ou remoções de pavimentos além das larguras especificadas, serão de inteira responsabilidade da Concessionária.

Material Proveniente da Escavação

O material escavado que for apropriado para utilização no aterro/reaterro, será depositado ao lado da vala, poços ou cavas, a uma distância equivalente à profundidade de escavação. Caso contrário, o material escavado será transportado para o "bota fora".

Assentamento da Tubulação

Os tubos serão dispostos ao longo da vala, do lado oposto à terra removida, com as bolsas orientadas no sentido da montagem, sendo evitado:

- Arrastar os tubos no chão, para não danificar o revestimento externo;
- Deixar cair os tubos no chão, ainda que em cima de pneus ou areia;
- Colocar os tubos em contato com pedras ou desequilibrados (por exemplo, em cima de raízes).

A tubulação a ser assentada terá seu eixo demarcado a cada 20 m. Os pontos de instalação de conexões, registros, ventosas, e cruzamentos em nível com outras tubulações ou elementos enterrados, também serão identificados.

A execução das valas seguirá as diretrizes da NBR 12.266. A vala terá seção retangular, com o fundo uniforme, sem pedras, nem ressaltos, ou seja, estará regularizado.

A tubulação será alocada no mínimo a 60 cm de distância e 20 cm acima de redes de drenagem pluvial e esgoto sanitário.

Antes do reaterro da vala, todas as juntas serão verificadas quanto à sua estanqueidade. As verificações serão feitas de preferência entre derivações e no máximo a cada 500 m de tubulação.

Os procedimentos para execução das obras seguirão as instruções normativas da Concessionária, além das demais normas e legislações vigentes.

As conexões serão devidamente ancoradas conforme indicado nos projetos.

❑ Demolições

Em vias asfaltadas o corte do pavimento será feito com disco diamantado de forma a preservar o asfalto que não estiver efetivamente sobre a vala prevista em projeto. O corte será o mais retilíneo possível e garantir que toda a espessura da camada de asfalto seja efetivamente atingida pelo disco.

❑ Reaterros

Os reaterros das valas serão executados com material de primeira categoria, o qual será efetuado em camadas de 20 cm devidamente compactadas por meios mecânicos e/ou manuais até a cota da superfície do terreno, observando-se para que os locais aonde houve remoção de pavimento, fiquem perfeitamente nivelados.

A tubulação possuirá um recobrimento mínimo de 1,10 m quando estiver localizada na via de tráfego e no passeio deverá possuir um recobrimento mínimo de 0,80 m, o qual será com lastro de pó brita na base até 10 cm da geratriz superior do tubo e reaterro final da vala com material limpo e de boa qualidade. O material escavado será aproveitado caso não apresente rochas, pedregulhos ou sujeira, caso contrário o mesmo deverá ser descartado em local apropriado e utilizado material novo.

Ao término do reaterro as condições originais de pavimentação serão reconstituídas, seja pavimentação asfáltica pela rua, pedras irregulares, passeio em concreto ou paver.

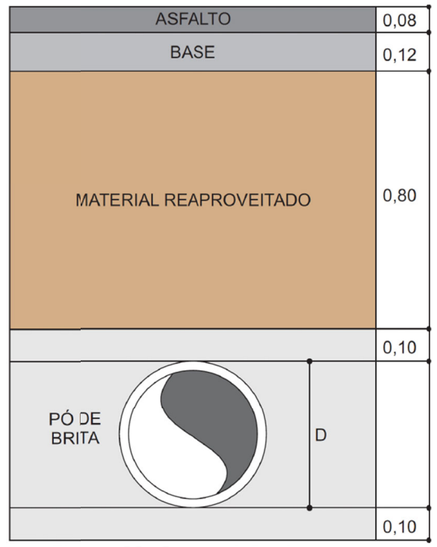


Figura 82: Composição do reaterro

❑ Repavimentação

A repavimentação será realizada utilizando-se dos mesmos procedimentos para uma pavimentação nova, executando obrigatoriamente a base e sub-base, antes do pavimento.

❑ Blocos de Ancoragem

Os blocos de ancoragem serão dimensionados considerando-se as forças atuantes na interação bloco-conexão (empuxo hidráulico, peso do bloco e do aterro, atrito bloco solo e momento de tombamento) descrito na NBR 13.211.

1.e.3.2. Ligações Prediais de Água

Para atender ao crescimento vegetativo da população, serão instaladas aproximadamente **2.066** novos Ramais de Ligação de Água ao longo da Concessão. Além da instalação dos novos Ramais, está sendo prevista a substituição dos hidrômetros antigos, danificados ou com tempo de vida útil vencido.

A substituição dos hidrômetros ao longo da Concessão, totalizará cerca de **28.844** unidades, correspondentes, em média, à substituição de cerca de 824 hidrômetros por ano.

O procedimento para instalação do Ramal de Ligação de água será realizado a partir de solicitação do cliente, atendendo aos critérios definidos a seguir.

O ramal predial será ligado ao distribuidor de água localizado em frente à fachada principal do imóvel, será posicionado de forma a se obter a menor distância possível entre o distribuidor e o hidrômetro, não poderá, contudo, exceder a distância máxima de 30,00 m.

O ramal predial será dimensionado de forma que atenda a demanda de consumo necessária ao imóvel, utilizando os parâmetros estabelecidos pela Concessionária.

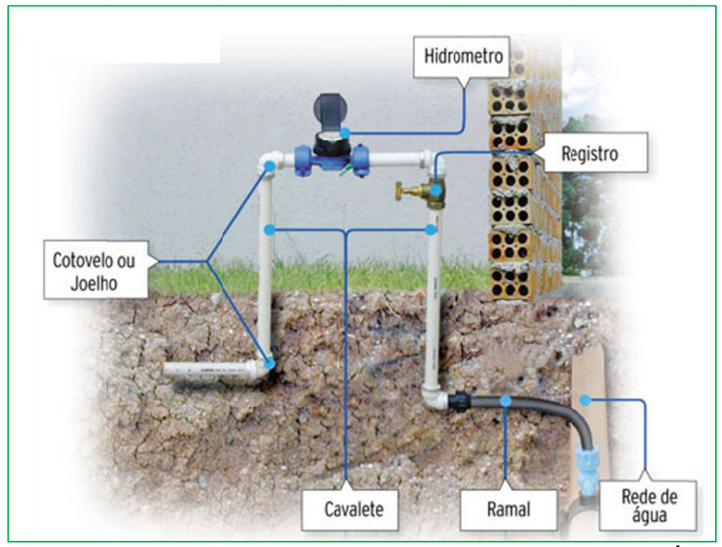


Figura 83: Esquema típico da instalação de um Ramal de Ligação de Água

Para o dimensionamento do ramal predial de água e do hidrômetro adequado a ser instalado, a Concessionária estimará o consumo conforme informações prestadas pelo interessado, onde será identificado a que uso(s) se destinará o imóvel e todos os detalhes necessários ao dimensionamento.

Todo ramal predial de 20 e 32 mm será executado com tubo de polietileno de alta densidade PE 80, na cor azul. Acima deste diâmetro poderá ser em PVC, com junta elástica (ponta, bolsa e anel de borracha) com classe de pressão 12 (60 mca).

A instalação de ramal predial com diâmetro igual ou superior a 50 mm em PVC ou 63 mm em PEAD, ou cuja demanda possa influenciar significativamente no abastecimento de água da área, será realizada conforme determinação da viabilidade fornecida pela equipe técnica da Concessionária.

O ramal predial de água será sempre instalado em caráter definitivo, sendo permitida a instalação temporária para atividades provisórias quando o uso da água for por período determinado, limitando-se o máximo de 06 meses, podendo ser prorrogado a critério da Concessionária.

O lançamento do tubo, em polietileno de alta densidade, da ligação no interior da vala deverá ser feito de forma a não distendê-lo, evitando-se tração nos encaixes dos adaptadores e aproveitando sua plasticidade relativa. Não será permitida a dobragem do tubo, que compõe o ramal, formando curvaturas com raio inferior a 25 vezes ao diâmetro nominal do tubo. O processo de dobragem, dentro da limitação descrita, será feito à temperatura ambiente.

A ligação com o distribuidor de água será feita, sempre que possível, com tê de serviço. A instalação com colar de tomada em distribuidor de água com diâmetro inferior a 50 mm será executada com a saída posicionada para cima (furo na geratriz superior).

A profundidade da vala do ramal predial não será inferior a 60 cm em vias trafegáveis e 40 cm na calçada quando não for passagem de veículo.

O aterro da vala será executado por etapas, em camadas apiloadas de 20 cm, com aproveitamento do material escavado, desde que seja de 1ª categoria (arenoso ou areno-argiloso). Atenção especial deve ser adotada nos trechos do tê de serviço ou colar de tomada e passagem sob o meio fio.

1.e.3.3. Melhorias Operacionais

Compreenderão as intervenções a serem realizadas pela Concessionária visando a melhoria operacional do Sistema de Abastecimento de Água do Município de Campos Altos, conforme demonstradas na tabela a seguir:

Tabela 43: Melhorias Operacionais

Instalação de Macromedidores	A instalação de macromedidores na saída dos reservatórios e poços em conjunto com a setorização do sistema é de extrema importância para a identificação das zonas mais críticas e definição de priorização dos locais em que, por exemplo, devem ser feitas pesquisas de vazamentos com mais frequência.
Modelagem Hidráulica	A modelagem hidráulica é uma ferramenta computacional muito eficaz para determinação de áreas de alta pressão e possível ocorrência de vazamentos. Softwares como o WaterGEMS, além da modelagem hidráulica, servem como ferramentas de gestão de cadastro técnico georreferenciado. Ferramentas computacionais desse tipo são excelentes apoios para tomadas de decisões de onde e quando intervir no sistema de abastecimento.
Padronização das Ligações	A padronização das ligações de água garante, entre outras coisas, o acesso sistemático e integral à ligação de água e ao hidrômetro, evitando-se assim a impossibilidade da coleta da leitura real, falta de manutenção em hidrômetros danificados, parados ou que submetem, fraudes em hidrômetros, ligações clandestinas ou não cadastradas, facilitação do corte e outras. Assim, propõe-se que seja estabelecido um padrão de ligação para o município de Campos Altos.

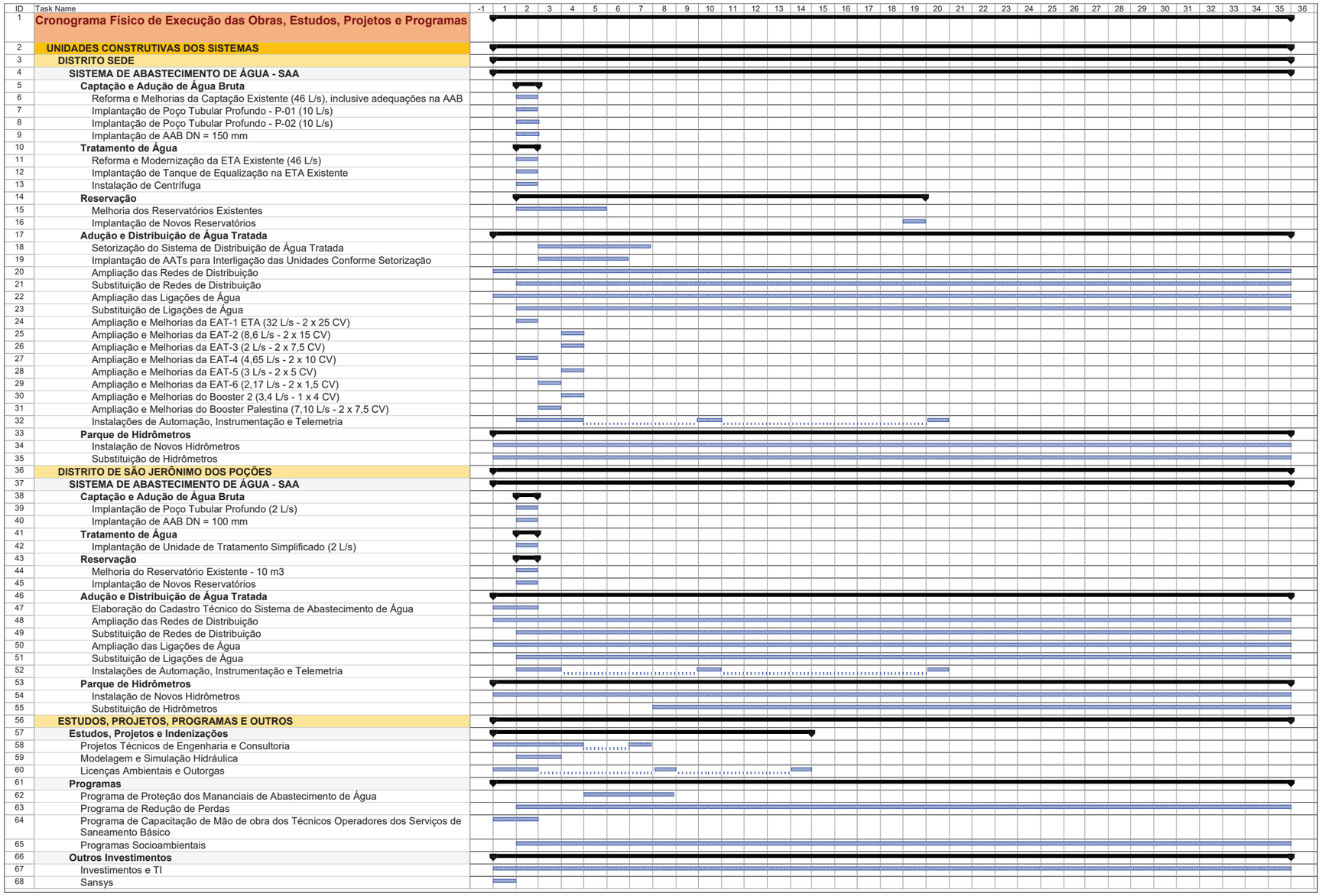
1.f) Cronograma Físico das Soluções e Obras Propostas para o Sistema de Abastecimento de Água

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

1.f.1. Cronograma Físico das Soluções e Obras Propostas para o Sistema de Abastecimento de Água com a Previsão do Início e Término das Obras

Considerando o horizonte de projeto de 35 anos, encontra-se a seguir o Cronograma Físico das Soluções, Obras e Programas propostos para o Sistema de Abastecimento de Água de Campos Altos.

ID	Task Name
1	**Cronograma Físico de Execução das Obras, Estudos, Projetos e Programas**
2	**UNIDADES CONSTRUTIVAS DOS SISTEMAS**
3	**DISTRITO SEDE**
4	**SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA - SAA**
5	**Captação e Adução de Água Bruta**
6	Reforma e Melhorias da Captação Existente (46 L/s), inclusive adequações na AAB
7	Implantação de Poço Tubular Profundo - P-01 (10 L/s)
8	Implantação de Poço Tubular Profundo - P-02 (10 L/s)
9	Implantação de AAB DN = 150 mm
10	**Tratamento de Água**
11	Reforma e Modernização da ETA Existente (46 L/s)
12	Implantação de Tanque de Equalização na ETA Existente
13	Instalação de Centrífuga
14	**Reservação**
15	Melhoria dos Reservatórios Existentes
16	Implantação de Novos Reservatórios
17	**Adução e Distribuição de Água Tratada**
18	Setorização do Sistema de Distribuição de Água Tratada
19	Implantação de AATs para Interligação das Unidades Conforme Setorização
20	Ampliação das Redes de Distribuição
21	Substituição de Redes de Distribuição
22	Ampliação das Ligações de Água
23	Substituição de Ligações de Água
24	Ampliação e Melhorias da EAT-1 ETA (32 L/s - 2 x 25 CV)
25	Ampliação e Melhorias da EAT-2 (8,6 L/s - 2 x 15 CV)
26	Ampliação e Melhorias da EAT-3 (2 L/s - 2 x 7,5 CV)
27	Ampliação e Melhorias da EAT-4 (4,65 L/s - 2 x 10 CV)
28	Ampliação e Melhorias da EAT-5 (3 L/s - 2 x 5 CV)
29	Ampliação e Melhorias da EAT-6 (2,17 L/s - 2 x 1,5 CV)
30	Ampliação e Melhorias do Booster 2 (3,4 L/s - 1 x 4 CV)
31	Ampliação e Melhorias do Booster Palestina (7,10 L/s - 2 x 7,5 CV)
32	Instalações de Automação, Instrumentação e Telemetria
33	**Parque de Hidrômetros**
34	Instalação de Novos Hidrômetros
35	Substituição de Hidrômetros
36	**DISTRITO DE SÃO JERÔNIMO DOS POÇÕES**
37	**SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA - SAA**
38	**Captação e Adução de Água Bruta**
39	Implantação de Poço Tubular Profundo (2 L/s)
40	Implantação de AAB DN = 100 mm
41	**Tratamento de Água**
42	Implantação de Unidade de Tratamento Simplificado (2 L/s)
43	**Reservação**
44	Melhoria do Reservatório Existente - 10 m3
45	Implantação de Novos Reservatórios
46	**Adução e Distribuição de Água Tratada**
47	Elaboração do Cadastro Técnico do Sistema de Abastecimento de Água
48	Ampliação das Redes de Distribuição
49	Substituição de Redes de Distribuição
50	Ampliação das Ligações de Água
51	Substituição de Ligações de Água
52	Instalações de Automação, Instrumentação e Telemetria
53	**Parque de Hidrômetros**
54	Instalação de Novos Hidrômetros
55	Substituição de Hidrômetros
56	**ESTUDOS, PROJETOS, PROGRAMAS E OUTROS**
57	**Estudos, Projetos e Indenizações**
58	Projetos Técnicos de Engenharia e Consultoria
59	Modelagem e Simulação Hidráulica
60	Licenças Ambientais e Outorgas
61	**Programas**
62	Programa de Proteção dos Mananciais de Abastecimento de Água
63	Programa de Redução de Perdas
64	Programa de Capacitação de Mão de obra dos Técnicos Operadores dos Serviços de Saneamento Básico
65	Programas Socioambientais
66	**Outros Investimentos**
67	Investimentos e TI
68	Sansys



1.f.2. Croqui/Fluxograma dos Sistemas de Abastecimento de Água Propostos

O fluxograma apresentado a seguir esquematiza a concepção proposta para o Sistema de Abastecimento de Água de Campos Altos.

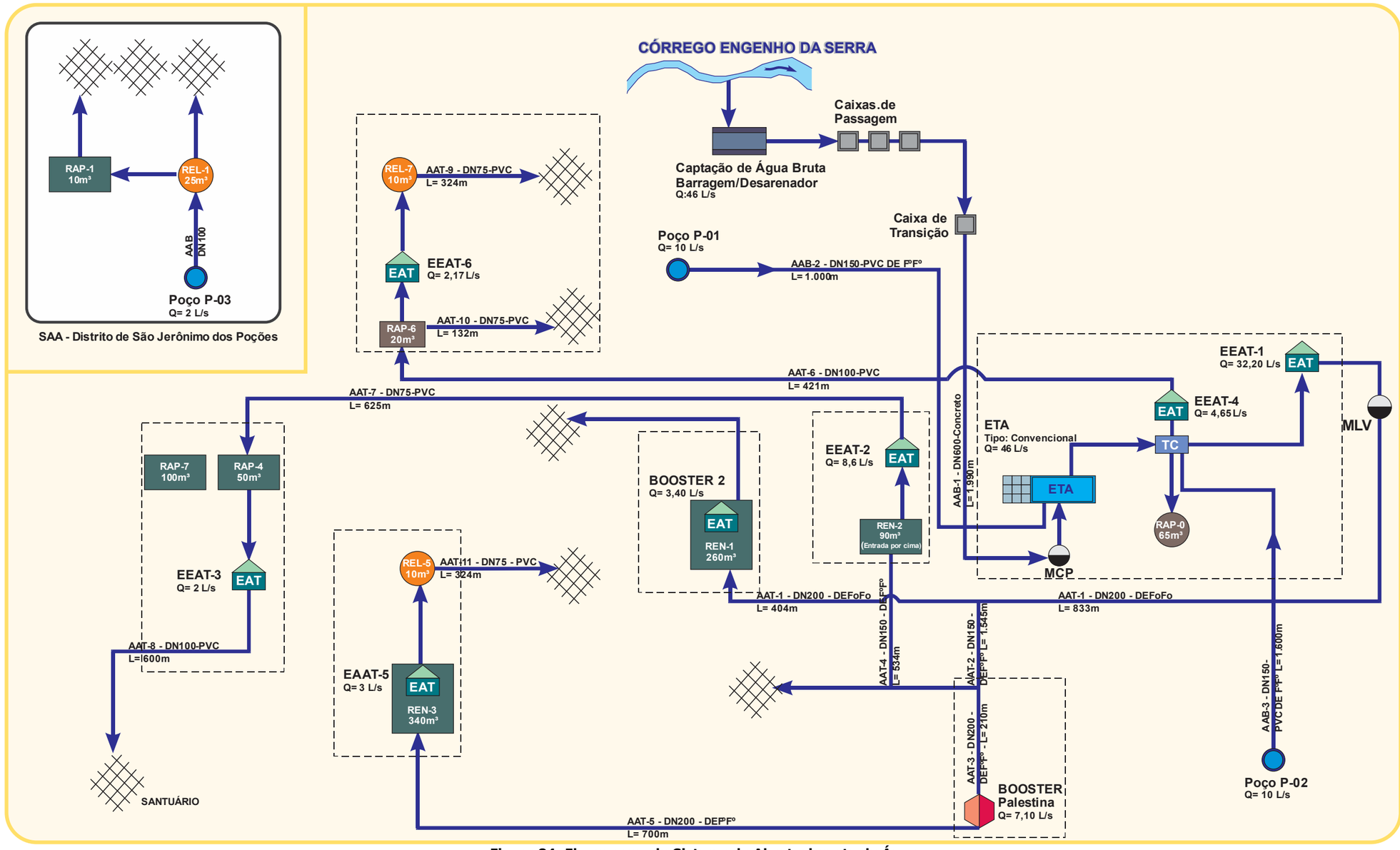


Figura 84: Fluxograma do Sistema de Abastecimento de Água

TÓPICO 2:
PROPOSIÇÕES PARA O SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO

TÓPICO 2

PROPOSIÇÕES PARA O SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO

Neste tópico é apresentado o Plano de Trabalho contendo o planejamento de todas as obras e ações necessárias para o Sistema de Esgotamento Sanitário (SES) do Município de Campos Altos, conforme projeção populacional e metas de atendimento estabelecidas no Termo de Referência do presente Edital.

O referido Plano de Trabalho descreve e quantifica as ações e obras necessárias, justificando-as em função dos objetivos e metas a serem alcançados, mediante a apresentação dos seguintes tópicos:

- Bacias de Contribuição e Esgotamento;
- Redes Coletoras e Ligações Prediais;
- Interceptores e Emissários;
- Estação de Tratamento de Esgoto e Estação Elevatória de Esgoto;
- Corpo Receptor;
- Cronograma Físico das Soluções e Obras Propostas para o Sistema de Esgotamento Sanitário.

2.a) Bacias de Contribuição e Esgotamento

2.a) Bacias de Contribuição e Esgotamento

A caracterização das Bacias de Contribuição e Esgotamento definida para o SES de Campos Altos encontra-se demonstrada por meio dos seguintes tópicos:

- Identificação, Delimitação e Descrição das Bacias de Esgotamento Propostas;
- Definição dos Sistemas de Esgotamento Sanitário Propostos.

2.a.1. Identificação, Delimitação e Descrição das Bacias de Esgotamento Propostas

2.a.1.1. Identificação e Delimitação

a) Distrito Sede

Em Sistemas de Esgotamento Sanitário, o relevo urbano condiciona e determina a subdivisão das áreas atendidas, ponto de partida para a implantação dos coletores e demais componentes.

De acordo com a NBR 9648 (ABNT, 1986), define-se bacia de esgotamento como um conjunto de áreas esgotadas e esgotáveis, cujo esgoto flui para um único ponto de concentração.

Assim sendo, de forma preliminar e com base nas informações possíveis de serem obtidas nesta fase de licitação, para o SES de Campos Altos foram definidas 5 Bacias de Esgotamento, estando 2 delas localizadas na Margem Direita do Ribeirão Santa Teresa e 3 na Margem Esquerda.

A delimitação das Bacias de Esgotamento inicialmente propostas para o Distrito Sede de Campos Altos é mostrada na figura a seguir.

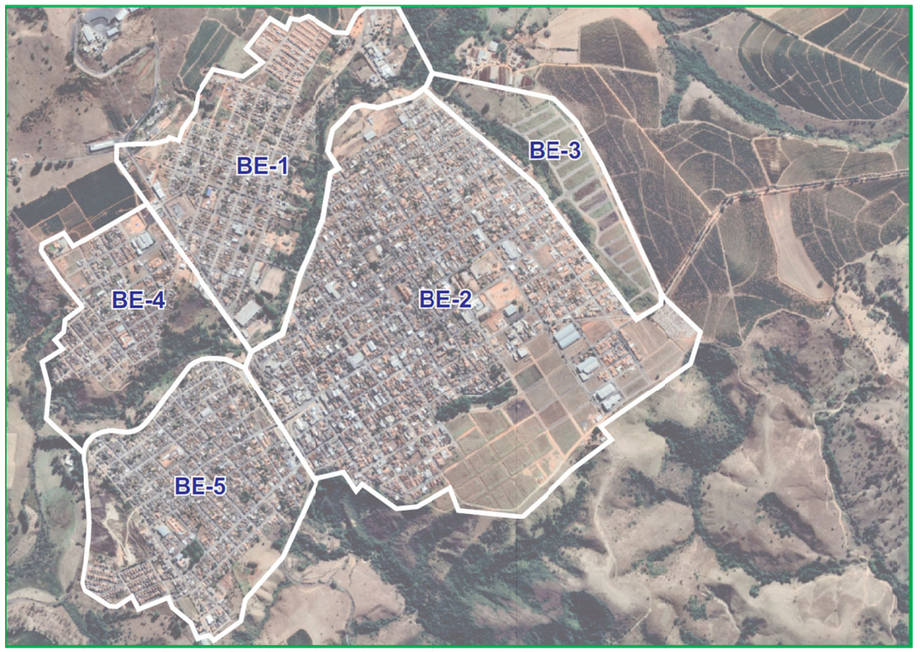


Figura 85: Delimitação das Bacias de Esgotamento propostas para o Distrito Sede de Campos Altos

Uma vez delimitadas as Bacias de Esgotamento propostas foi possível, estimar, com o auxílio do software Google Earth, as áreas de abrangência de cada uma delas, a saber:

Tabela 44: Áreas estimadas para as Bacias de Esgotamento Propostas

BACIA DE ESGOTAMENTO	ÁREA ESTIMADA (ha)
BE-1	82,93
BE-2	187,69
BE-3	29,08
BE-4	48,30
BE-5	68,25
TOTAL	**416,25**

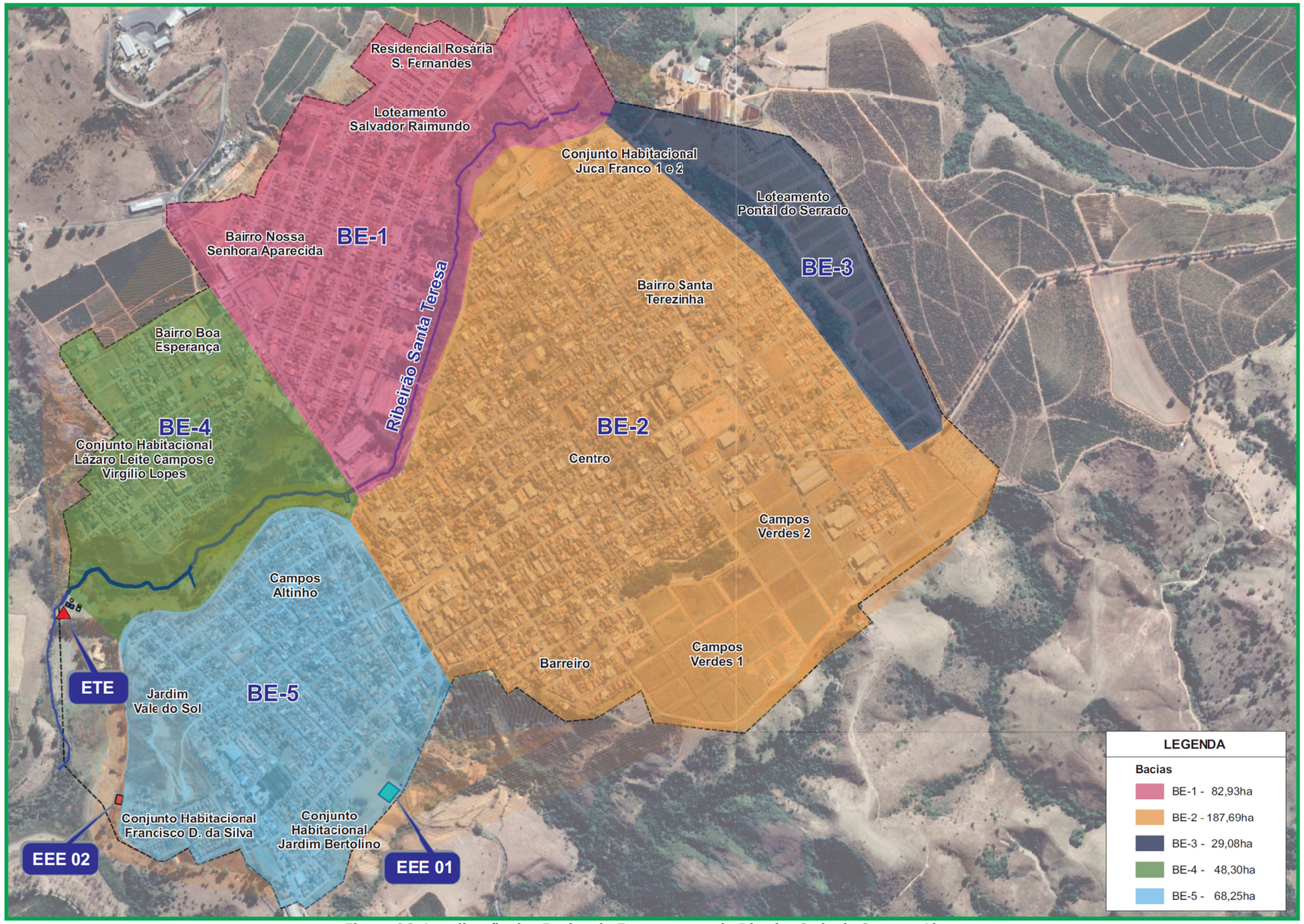


Figura 86: Localização das Bacias de Esgotamento do Distrito Sede de Campos Altos

b) Distrito de São Jerônimo dos Poções

Para o SES do Distrito de São Jerônimo dos Poções foi proposta 1 Bacia de Esgotamento em função da topografia da área desta localidade, conforme mostra a figura a seguir.

Figura 87: Delimitação e Localização da Bacia de Esgotamento do Distrito de São Jerônimo dos Poções

2.a.1.2. Descrição das Bacias de Esgotamento Propostas

As características gerais das Bacias de Esgotamento propostas para o SES de Campos Altos são apresentadas a seguir.

a) Caracterização das Bacias de Esgotamento Propostas

❑ **Distrito Sede**

Bacia de Esgotamento BE-1

A Bacia BE-1 possui uma área total de aproximadamente 82,93 ha e abrange os Bairros Residencial, Rosária S. Fernandes, Loteamento Salvador Raimundo e Bairro Nossa Senhora Aparecida, apresentando as seguintes características básicas:

- População atendida com coleta - início de plano: ....2.508 habitantes
- População atendida com coleta - final de plano:.....2.994 habitantes
- Extensão estimada de Rede no início de plano:.....14,71 km
- Extensão estimada de Rede no final de plano:.....17,56 km
- Vazão máxima início de plano:.....7,77 L/s
- Vazão máxima final de plano: .....9,27 L/s

Bacia de Esgotamento BE-2

A Bacia BE-2 possui uma área total de aproximadamente 187,69 ha e abrange os Bairros Centro, Campos Verdes 1, Campos Verdes 2, Santa Terezinha, Conjunto Habitacional Juca Franco 1 e 2 e Osvaldo Alves de Araújo, apresentando as seguintes características básicas:

- População atendida com coleta - início de plano:.... 5.676 habitantes
- População atendida com coleta - final de plano:..... 6.777 habitantes
- Extensão estimada de Rede no início de plano:.....33,29 km
- Extensão estimada de Rede no final de plano: .....39,75 km
- Vazão máxima início de plano: .....17,58 L/s
- Vazão máxima final de plano: .....20,98 L/s

Bacia de Esgotamento BE-3

A Bacia BE-3 possui uma área total de aproximadamente 29,08 ha e abrange o Bairro Loteamento Central do Cerrado, apresentando as seguintes características básicas:

- População atendida com coleta - início de plano:..... 879 habitantes
- População atendida com coleta - final de plano:..... 1.050 habitantes
- Extensão estimada de Rede no início de plano:..... 5,16 km
- Extensão estimada de Rede no final de plano: ..... 2,77 km
- Vazão máxima início de plano: ..... 2,94 L/s
- Vazão máxima final de plano: ..... 3,25 L/s

Bacia de Esgotamento BE-4

A Bacia BE-4 possui uma área total de aproximadamente 48,30 ha e abrange os Bairros Boa Esperança e Conjuntos Habitacionais Lazário Leite Campos e Virgilato Lopes, apresentando as seguintes características básicas:

- População atendida com coleta - início de plano: ....1.460 habitantes
- População atendida com coleta - final de plano:.....1.744 habitantes
- Extensão estimada de Rede no início de plano:.....8,57 km
- Extensão estimada de Rede no final de plano: ..... 10,23 km
- Vazão máxima início de plano: .....4,52 L/s
- Vazão máxima final de plano: .....5,40 L/s

Bacia de Esgotamento BE-5

A Bacia BE-5 possui uma área total de aproximadamente 68,25 ha e abrange os Bairros Campos Altinho, Jardim Vale do Sol, Conjunto Habitacional Francisco D. da Silva e Conjunto Habitacional Joaquim Bertolino, apresentando as seguintes características básicas:

- População atendida com coleta - início de plano: ....2.066 habitantes
- População atendida com coleta - final de plano:.....2.464 habitantes
- Extensão estimada de Rede no início de plano:..... 12,12 km
- Extensão estimada de Rede no final de plano: ..... 14.45 km
- Vazão máxima início de plano: .....6.40 L/s
- Vazão máxima final de plano: .....7.63 L/s

A tabela a seguir apresenta o resumo das características gerais, por Bacia de Esgotamento, a população atendida, a vazão de contribuição e a extensão de Rede Coletora de Esgoto, referente à Sede de Campos Altos.

Tabela 45: Resumo das Características Básicas das Bacias de Esgotamento – Distrito Sede

BACIA DE ESGOTAMENTO	POPULAÇÃO INÍCIO DE PROJETO (hab)	POPULAÇÃO FIM DE PROJETO (hab)	VAZÃO MÁXIMA COM INFILTR. INÍCIO DE PROJETO (L/s)	VAZÃO MÁXIMA COM INFILTR. FIM DE PROJETO (L/s)	EXTENSÃO DE REDE COLETORA COM TRATAMENTO INÍCIO DE PROJETO (km)	EXTENSÃO DE REDE COLETORA COM TRATAMENTO FIM DE PROJETO (km)
BE-1	2.508	2.994	7,77	9,27	14,71	17,56
BE-2	5.676	6.777	17,58	20,98	33,29	39,75
BE-3	879	1.050	2,72	3,25	5,16	6,15
BE-4	1.460	1.744	4,52	5,40	8,57	10,23
BE-5	2.066	2.464	6,40	7,63	12,12	14,45
TOTAL	**12.589**	**15.029**	**38,99**	**46,53**	**73,85**	**88,14**

❑ Distrito de São Jerônimo dos Poções

A Bacia BE-6 abrange toda a área urbana do Distrito de São Jerônimo dos Poções e apresenta as seguintes características:

- Área total estimada da bacia: ..... 59,30 ha
- População atendida com coleta - início de plano (Ano 9): ..... 103 habitantes
- População atendida com coleta - final de plano: ..... 119 habitantes
- Extensão estimada de Rede no início de plano (Ano 9):..... 0,61 km
- Extensão estimada de Rede no final de plano: ..... 0,70 km
- Vazão máxima início de plano (Ano 9): ..... 0,32 L/s
- Vazão máxima final de plano: ..... 0,37 L/s

2.a.2. Definição dos Sistemas de Esgotamento Sanitário Propostos

O SES de Campos Altos é composto por Rede Coletora de Esgoto, em cerca de 98% da área urbana, e por alguns Interceptores, mas não realiza o tratamento do efluente coletado.

O corpo receptor é denominado Ribeirão Santa Teresa, pertencente à Bacia Hidrográfica do Rio Araguari, e recebe a contribuição de esgoto de grande parte da área urbana do município. Apenas a contribuição do Bairro Campos Altinho é lançada em corpo receptor de outra bacia hidrográfica, a Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco.

No Distrito de São Jerônimo dos Poções o atendimento é feito por meio de fossas negras individuais.

2.a.2.1. Considerações Iniciais

É oportuno salientar que sob todos os aspectos, na concepção proposta, foram respeitados os conceitos definidos pelas normas vigentes com relação a Sistemas de Esgotamento Sanitário.

O Sistema de Esgotamento Sanitário pode ser dividido, basicamente em duas variantes (von Sperling et al, 1995, 2004):

- Sistema Individual ou SISTEMA estático: solução no local, individual ou para poucas residências;
- Sistema Coletivo ou Sistema Dinâmico: solução com afastamento dos esgotos da área servida.

Figura 88: Sistemas de esgotamento individuais - estático e coletivos - dinâmicos (von Sperling, 1995)

Os Sistemas Coletivos são indicados para locais com elevada densidade populacional, como no caso da área urbana de Campos Altos. O Sistema Coletivo pode ser unitário (junto com as águas pluviais), separador parcial ou separador absoluto, podendo este último ser ainda convencional ou simplificado (condominial).

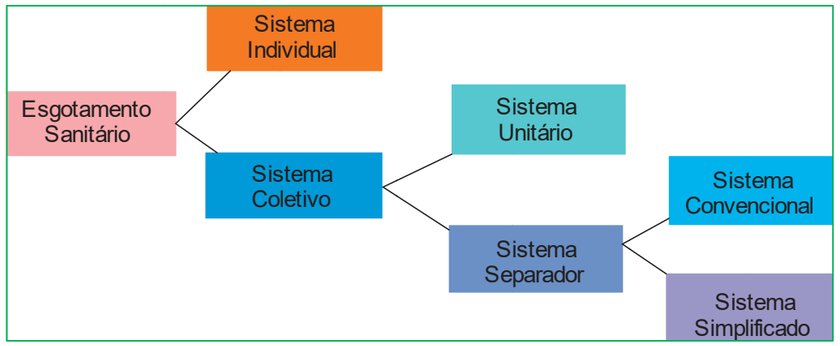


Figura 89: Diagrama dos tipos de Sistema de Esgotamento Sanitário (adaptado de von Sperling, 2005)

Pode-se classificar o Sistema Coletivo de Esgotamento Sanitário em três tipos:

- Sistema de Esgotamento Unitário, ou Sistema Combinado: as águas pluviais, águas residuárias (domésticas e industriais) e águas de infiltração veiculam na mesma rede;
- Sistema de Esgotamento Misto ou Parcial: apenas uma parcela da água da chuva (telhados e pátios das casas) veicula com o esgoto na mesma tubulação;
- Sistema Separador Absoluto: destinado a coletar e transportar as águas pluviais e águas residuárias em redes independentes. No Brasil, este sistema é muito utilizado.

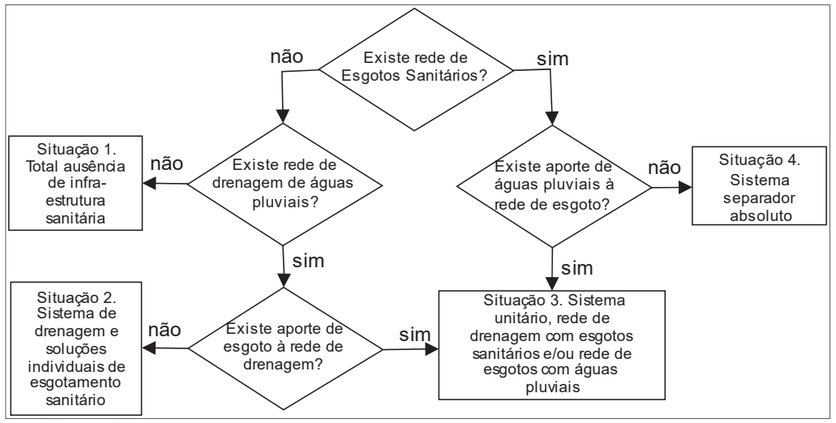


Figura 90: Fluxograma de identificação da situação de esgotamento sanitário (Bernardes e Soares, 2004)

O Sistema de Esgotamento Sanitário proposto pela ORBIS AMBIENTAL, tanto para o Distrito Sede quanto para o Distrito São Jerônimo dos Poções, é do tipo "Separador Absoluto", não se admitindo o lançamento de efluentes pluviais ou águas subterrâneas, captadas de alguma forma, ao sistema público.

De acordo com a NBR 9648 (ABNT, 1986), define-se sistema de esgotamento sanitário separador como um "conjunto de condutos, instalações e equipamentos destinados a coletar, transportar, condicionar e encaminhar somente esgoto sanitário a uma disposição final conveniente, de modo contínuo e higienicamente seguro".

O esgoto sanitário é o despejo líquido constituído de esgoto doméstico e industrial, água de infiltração e a contribuição pluvial parasitária. Essa mesma norma define ainda:

- Esgoto doméstico é o "despejo líquido resultante do uso da água para higiene e necessidades fisiológicas humanas";
- Esgoto industrial é o "despejo líquido resultante dos processos industriais, respeitados os padrões de lançamento estabelecidos";
- Água de infiltração é "toda água proveniente do subsolo, indesejável ao sistema separador e que penetra nas canalizações";
- Contribuição pluvial parasitária é "a parcela do deflúvio superficial inevitavelmente absorvida pela rede de esgoto sanitário".

Um sistema de coleta de esgoto é constituído pelos seguintes componentes:

- Ligação Predial: sistema de esgoto predial que liga diretamente na rede coletora por uma tubulação (coletor predial);
- Rede Coletora: conjunto de canalizações destinadas a receber e conduzir os esgotos dos edifícios, sendo composta por tubulações principais ou tronco, que recebem a contribuição dos coletores secundários (ligada ao esgoto predial) e conduz para um interceptor;
- Coletores Secundários: recebem contribuição de esgoto sanitário das ligações prediais em qualquer ponto de sua extensão e normalmente, são instaladas no passeio com pequeno diâmetro e extensão;

- Coletores Primários: são tubulações que podem receber e transportar contribuições de esgoto de ligações prediais e de coletores secundários. Geralmente são instalados na rua e denominados como Coletor Tronco quando somente recebem contribuições de coletores secundários;
- Interceptores: Canalização que recebe coletores tronco ao longo de seu comprimento, não recebendo ligações prediais diretas;
- Estação de Tratamento: instalações com a finalidade de remoção dos poluentes presentes na água, antes do seu lançamento num corpo receptor;
- Estação Elevatória: obra destinada a elevar o esgoto para uma cota mais alta, através de equipamentos eletromecânicos;
- Emissários: Canalização destinada a conduzir os esgotos a um destino conveniente (lançamento) sem receber contribuições de marcha;
- Corpo Receptor: curso d'água destinado a receber o lançamento do esgoto tratado (rio, lago, mar, etc.).

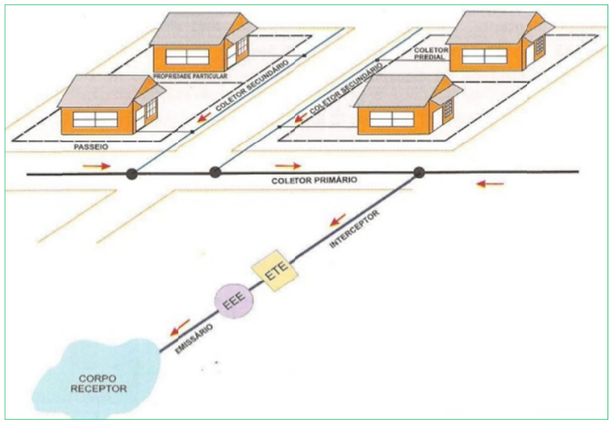


Figura 91: Componentes do sistema de coleta de esgoto

As contribuições à Rede Coletora de Esgotos Sanitários serão essencialmente de origem doméstica, com possibilidade de lançamento de pequenas quantidades de contribuições do comércio. Eventuais pequenas flutuações em casos isolados serão desconsideradas, baseando-se no fato de que, geralmente em torno de 96% da vazão total é de origem doméstica. Em função disso, somente indústria de certo porte ou com contribuição expressiva em termos de vazão e/ou carga poluidora ao sistema, mereceria consideração individualizada no dimensionamento.

Em conformidade com as normas vigentes, e posto que os efluentes gerados na área do projeto são predominantemente de origem doméstica, podem ser adotados os parâmetros básicos apresentados a seguir.

Tabela 46: Parâmetros Básicos de Dimensionamento

PARÂMETROS BÁSICOS DE DIMENSIONAMENTO	
Demanda Bioquímica de Oxigênio $DBO_{5,20}$	54 g/hab x dia
Sólidos Suspensos Totais - SST	60 g/hab x dia
Demanda Química de Oxigênio - DQO	108 g/hab x dia
Coliformes Termotolerantes per capita	1.010 org/hab x dia

A cobertura do Sistema de Esgotamento Sanitário será mantida ao longo de todo o Período de Concessão, dentro das metas estabelecidas no Termo de Referência do Edital, e para a manutenção dessas metas, as redes coletoras e as ligações de esgotos serão ampliadas ano a ano até 35º Ano de Concessão.

Conforme mencionado, em vista do elevado índice de atendimento da população pelo sistema de coleta de esgotos, o Sistema de Esgotamento Sanitário proposto pode ser entendido como melhorias e otimizações das unidades existentes, sem que, em um primeiro momento, se façam expansões para fora das Bacias de Esgotamento atuais.

Ações tais que eventualmente incluem modificações de trechos, remanejamento de redes e ligações de material cerâmico, bem como identificação de descargas pluviais clandestinas ocorrerão dentro das atuais Bacias de Esgotamento, apresentadas anteriormente.

A modelagem hidráulica que sucederá à atualização do cadastro, ao simular possíveis cenários de vazões de esgotos decorrentes do crescimento e adensamento urbano, deverá promover ajustes no sistema existente conforme mencionado, os quais em última análise poderão ser entendidos como melhorias desse sistema.

2.a.2.2. SES – Distrito Sede

O Sistema de Esgotamento Sanitário (SES – Distrito Sede), ilustrado na figura apresentada mais adiante, concebido como sistema separador absoluto, conforme recomenda a norma ABNT NBR 9648, é constituído por Redes Coletoras nas Bacias de Esgotamento, Interceptores, Estações Elevatórias de Esgoto e Estação de Tratamento de Esgoto.

Com relação à coleta de esgotos, o tema será abordado mais adiante no item 2.b, onde foram identificados os principais problemas, mas, vale lembrar que, cerca de 98% da área urbana ocupada é atendida. Salienta-se ainda que para novos empreendimentos a serem implantados, a diretriz da Prefeitura indica que toda a infraestrutura necessária seja de responsabilidade do empreendedor.

O sistema descrito ajusta-se às condições urbanísticas e topográficas locais e apresenta grau de cobertura elevado, sendo por isso a base do Sistema de Esgotamento Sanitário Proposto.

O SES proposto para o Distrito Sede será formado por 5 Bacias de Contribuição e Esgotamento. As Redes Coletoras dessas Bacias conduzirão, por gravidade, o esgoto até os Interceptores implantados junto às margens do Ribeirão Santa Teresa.

Em áreas localizadas nos Bairros Conjunto Habitacional Francisco D. da Silva e Conjunto Habitacional Jardim Bertolino, não será possível o transporte do esgoto coletado por gravidade. Neste caso estão sendo previstas 2 Estações Elevatórias de Esgoto, que conduzirão o esgoto via recalque até as Redes Coletoras das áreas mais elevadas.

Os Interceptores conduzirão, via gravidade, coletado até a Estação de Tratamento (ETE – Distrito Sede).

A ETE Distrito Sede, a princípio, estará localizada junto à margem esquerda do Ribeirão Santa Teresa, nas proximidades dos Bairros Jardim Vale do Sol e Conjunto Habitacional Francisco D. da Silva.

O efluente tratado será lançado por meio de um Emissário Final, no Ribeirão Santa Rosa.

A figura a seguir apresenta de forma gráfica a concepção proposta para o SES do Distrito Sede de Campos Altos.

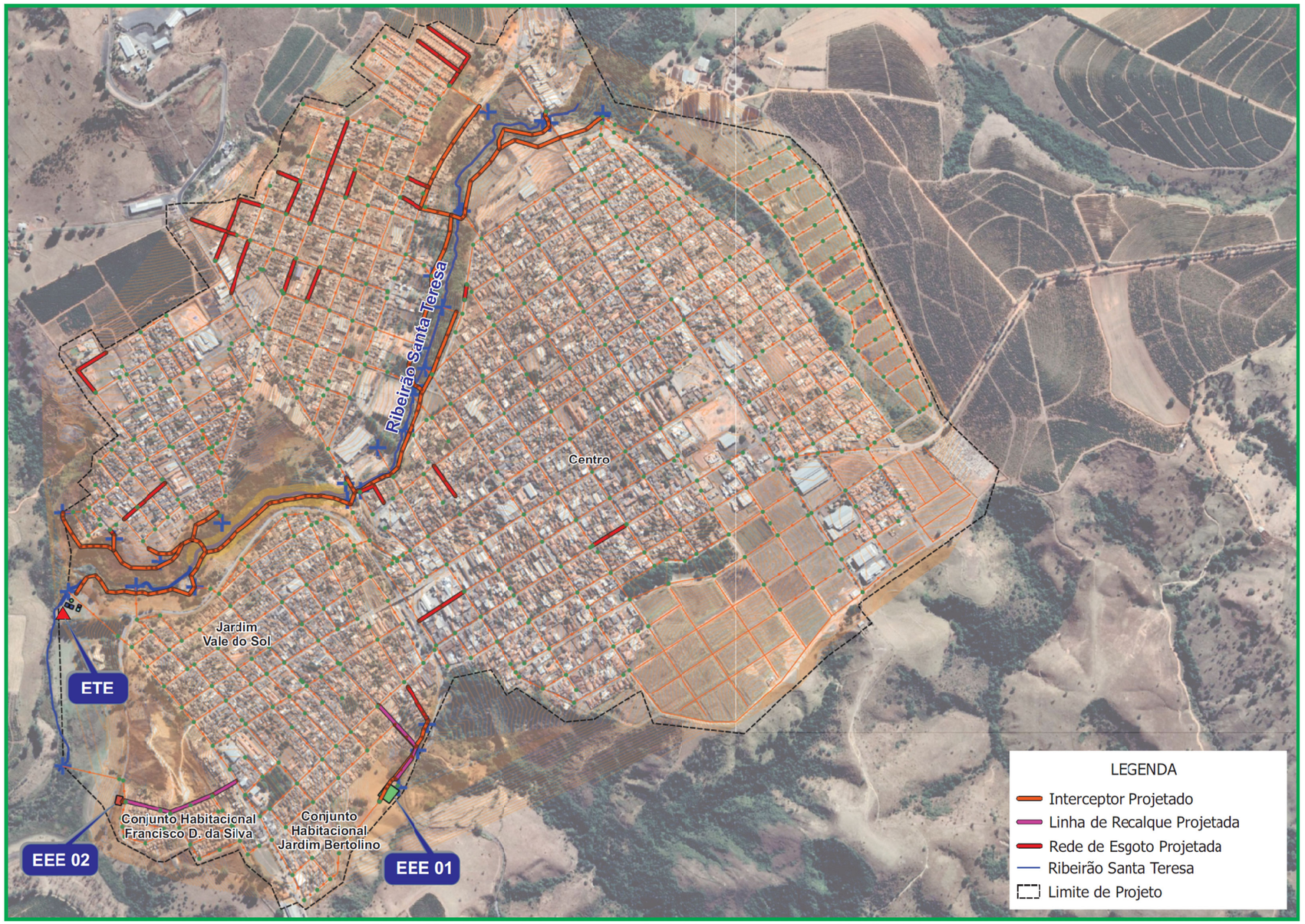


Figura 92: Sistema de Esgotamento Sanitário proposto para o Distrito Sede

2.a.2.3. SES – Distrito de São Jerônimo dos Poções

À exemplo da Sede, também no caso do SES do Distrito de São Jerônimo dos Poções, este foi concebido como sistema separador absoluto, composto por Redes Coletoras em 1 Bacia de Contribuição, que conduzirão os esgotos para um Interceptor que direcionará os esgotos até uma ETE do tipo Compacta.

A figura a seguir reproduz, de forma gráfica, a concepção preliminar proposta para o SES do Distrito de São Jerônimo dos poções, ressaltando tratar-se de uma configuração esquemática, onde a locação definitiva das unidades deverá ser confirmada por ocasião da elaboração dos Estudos de Concepção e dos Projetos Executivos.

Figura 93: Sistema de Esgotamento Sanitário proposto para o Distrito de São Jerônimo dos Poções

2.b) Redes Coletoras e Ligações Prediais

2.b) Redes Coletoras e Ligações Prediais

As ações e obras propostas para as Redes Coletoras e Ligações Prediais integrantes do SES de Campos Altos são detalhadas aqui, por intermédio dos seguintes tópicos:

- Avaliação das Infraestruturas que serão Utilizadas no Sistema de Esgotamento Sanitário;
- Proposição de Soluções para os Problemas Críticos;
- Descrição das Unidades que serão Utilizadas no Sistema de Esgotamento Sanitário.

2.b.1. Avaliação das Infraestruturas que serão Utilizadas no Sistema de Esgotamento Sanitário

Iniciando a exposição do presente item, a ORBIS AMBIENTAL apresenta aqui as características das Redes Coletoras e Ligações Prediais Existentes.

2.b.1.1. Unidades Existentes

a) Rede Coletora de Esgoto

❑ **Distrito Sede**

De acordo com os dados do SNIS (2021) praticamente toda população urbana de Campos Altos estava plenamente atendida pela coleta dos esgotos sanitários produzidos no município, por meio de Rede Coletora com 85 km de extensão, salientando-se que a Prefeitura possui um cadastro contendo as informações sobre as Redes Coletoras e Poços de Visita.

A Rede Coletora é o conjunto de tubulações constituídas por Ligações Prediais, Coletores de Esgoto, Coletores-Tronco e seus órgãos acessórios. Sua função é receber as contribuições dos domicílios, prédios e economias, promovendo o afastamento do esgoto sanitário coletado em direção aos Interceptores e Emissários para o local de tratamento e descarga final no Corpo Receptor. A maior parte das tubulações dos coletores de esgotos é formada por tubulações de pequeno diâmetro, sendo no mínimo de 150 mm. Eventuais trechos com diâmetros menores que 150 mm deverão ser substituídos.

A coleta de esgoto do município consiste no sistema denominado Sistema Separador Absoluto em que as águas residuárias e de infiltrações veiculam em um sistema independente, e as águas pluviais são coletadas separadamente e transportadas em um sistema de drenagem pluvial.

A figura a seguir ilustra esquematicamente como funciona o Sistema Separador Absoluto.

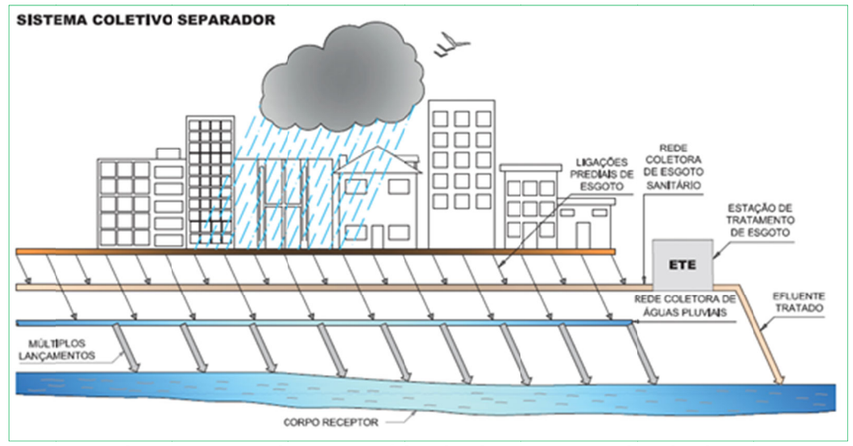


Figura 94: Desenho Esquemático de Sistema Separador Absoluto
Fonte: CETESB

Segundo informações obtidas na visita técnica, parte dos coletores de esgoto foram implantados em manilhas de barro vidrado com diâmetro de 150 mm, e dessa forma podem apresentar condições precárias de utilização.

❑ **Distrito de São Jerônimo dos Poções**

De acordo com as informações disponibilizadas no Anexo V (Termo de Referência) do Edital, não existem Redes Coletoras de Esgoto no Distrito de São Jerônimo dos Poções.

b) Ligações Prediais de Esgoto

❑ **Distrito Sede**

De acordo com dados do SNIS, no ano de 2021, o município de Campos Altos possuía 6.860 ligações ativas de esgoto.

A Ligação Predial de Esgoto é o trecho final do coletor predial de propriedade particular que o interliga à rede pública, e situa-se entre a referida rede e o alinhamento do terreno. Uma caixa de inspeção instalada nesse ponto delimita a responsabilidade de manutenção e reparação do coletor predial e da rede pública. O esquema típico de ligação de esgoto à rede coletora está apresentado a seguir.

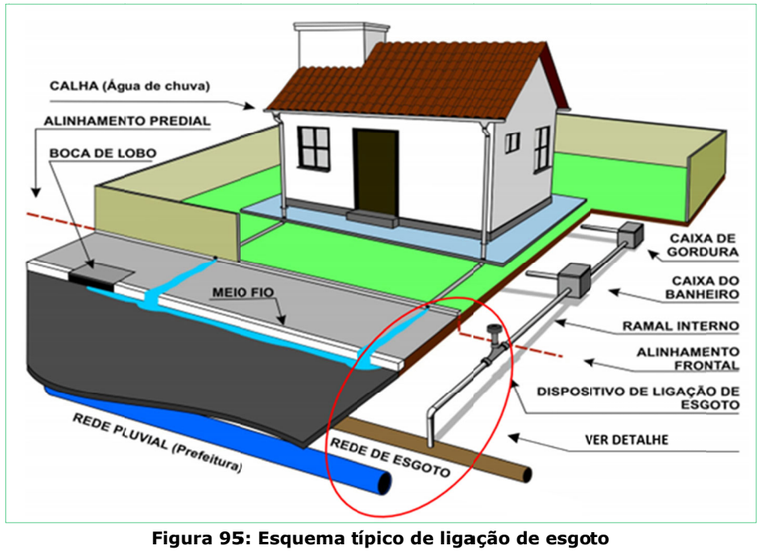


Figura 95: Esquema típico de ligação de esgoto

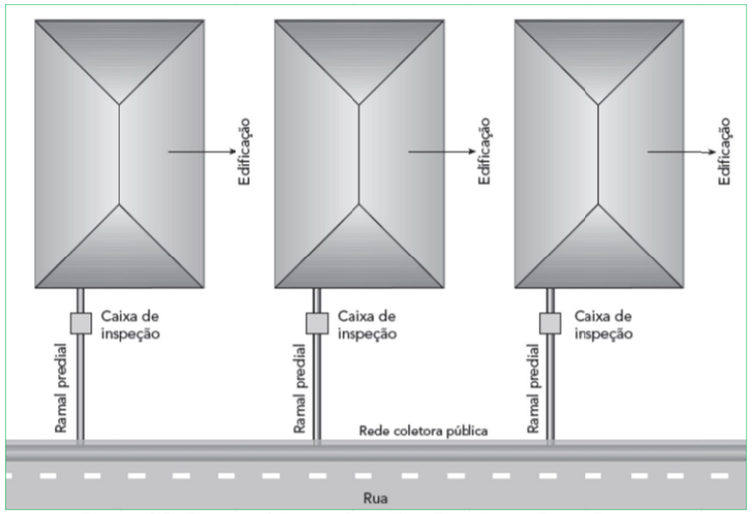


Figura 96: Esquemático de Ligações Prediais e Rede Coletora

O coletor predial, cuja execução é uma atribuição do proprietário do imóvel, é constituído por um tubo de esgoto, com diâmetro mínimo de 100 mm, assentado com declividade longitudinal mínima de 2% até o alinhamento predial para interligação à caixa de inspeção, sendo

terminantemente proibida a conexão de ralos de águas pluviais no ramal interno de esgotos. O ramal externo da ligação que interliga a caixa de inspeção à rede coletora é composto por tubos de diâmetro de 100 mm, podendo ser de PVC ou manilha cerâmica.

Praticamente todos os domicílios urbanos do Município de Campos Altos estão conectados à Rede Coletora de Esgotos, mas como não se dispõe de informações sobre as estruturas físicas das Ligações Prediais existentes.

O levantamento cadastral permitirá verificar as condições das instalações das Ligações Prediais de Esgoto, assim como realizar as adequações necessárias nos procedimentos de substituições periódicas previstos.

❑ **Distrito de São Jerônimo dos Poções**

O Distrito em questão não possui Sistema de Esgotamento Sanitário.

2.b.2. Proposição de Soluções para os Problemas Críticos

Neste subitem a ORBIS AMBIENTAL elenca e descreve os problemas críticos identificados no âmbito das Redes Coletoras e Ligações Prediais de Esgoto, bem como as soluções propostas para saná-los.

2.b.2.1. Relação de Problemas Críticos

De acordo com informações fornecidas pela Prefeitura, aproximadamente 70% da Rede Coletora de Esgoto existente é constituída por tubulação com diâmetro de 150 mm e os 30% restantes com diâmetros de 200 e 300 mm.

A ORBIS AMBIENTAL observou alguns problemas críticos relativos às Redes Coletoras de esgoto e Ligações Prediais do Município de Campos Altos, são eles:

- Necessidade de substituição de eventuais tubulações que se apresentarem deterioradas e de trechos com declividade mínima abaixo do recomendado;
- Inexistência de controle operacional informatizado que garanta o histórico das informações do sistema de coleta e lançamento do esgoto;
- Lançamento de esgoto sem tratamento nos corpos hídricos;
- Lançamento de águas pluviais na rede de esgoto;
- Inexistência de uma rotina operacional e de manutenção para realização de ações preventivas na rede de coleta de esgoto, causando deterioração.

Tabela 47: Relação de Problemas Críticos da Rede Coletora de Esgoto e Ligações Prediais de Esgoto

ETAPAS	AÇÃO	DIAGNÓSTICOS
Rede Coletora e Ligações Prediais	Cadastro da rede	• Inexistência de controle operacional informatizado que garanta o histórico das informações do Sistema de Esgotamento Sanitário (SES).
	Reparo na rede	• Pontos com vazamentos.
	Substituição de rede	• Troca de trechos da rede coletora que apresentam problemas decorrentes do estado de conservação.
	Substituição de ligações	• Substituição de ligações danificadas.
	Despejos irregulares	• Lançamento de esgoto sanitário nos cursos d'água sem nenhum tratamento preliminar.
	Manutenção da rede	• Falta de plano de manutenção preventiva e corretiva.
	Sistema de Controle Operacional	• Falta de um sistema de monitoramento.

2.b.2.2. Soluções Propostas

Para fazer frente aos problemas existentes relacionados à Rede Coletora e às Ligações Prediais de Esgoto, são propostas as ações a seguir:

a) Atualização do Cadastro da Rede e Modelagem Hidráulica

O cadastro existente do Sistema de Esgotamento Sanitário deverá ser atualizado a partir das informações cadastrais disponíveis e de levantamentos complementares de campo.

O cadastro possibilita gerenciar a operação do sistema, notadamente das redes de coleta e ligações prediais, na medida em que permite a fácil localização de todos os componentes do sistema, descritos por suas características básicas tais como material, diâmetro, profundidades e declividade (no caso de redes coletoras). Possibilita também executar de forma mais adequada as operações de gerenciamento e planejamento do sistema.

Além disso, com o cadastro devidamente atualizado é possível elaborar um modelo hidráulico do sistema de esgotos, o qual por meio de simulações pode identificar regiões mais críticas de operação do sistema. Tais modelos, no caso de redes de coleta, podem identificar locais com velocidades e tensões trativas baixas, por exemplo, que demandam maiores cuidados de manutenção e estabelecer meios de solução desses tipos de problemas.

b) Implantação e Substituição das Redes Coletoras de Esgoto

Os novos trechos previstos para ampliação da Rede Coletora de Esgoto do Município de Campos Altos serão em tubos de PVC, ponta e bolsa e junta elástica, com o objetivo de garantir a estanqueidade. Da mesma forma, nos trechos a serem substituídos em função de problemas relacionados ao estado de conservação também serão utilizadas tubulações de PVC.

Aqui cabe salientar que observa-se divergências nos dados do SNIS referentes aos Sistemas de Abastecimento de Água e de Esgotamento Sanitário, considerando o ano de 2021.

Tabela 48: Dados SNIS - 2021

DADO	SAA	SES
População Total (habitantes)	15.661	15.661
População Urbana (habitantes)	14.236	14.236
População Atendida (habitantes)	12.311	15.661
Ligações Ativas (unid)	4.914	-
Ligações Totais (unid)	5.303	6.860
Extensão de Rede (Km)	75,40	85,00
Índice de Atendimento Urbano	86,48%	-

De acordo com os dados acima, o índice de atendimento do SES vai além da população urbana, o que sugere que estão sendo atendidas outras localidades do Município além do Distrito Sede e do Distrito de São Jerônimo dos Poções. Dessa forma, para fins de dimensionamento das unidades do SES, estabeleceu-se como critério aproximar os dados referentes ao esgoto daqueles informados para a água, no tocante à extensão de rede e ao número de ligações.

Os diâmetros das tubulações serão definidos quando da elaboração do Projeto Executivo do Sistema de Coleta de Esgotos. No entanto, estimou-se a proporção de diâmetros a serem incrementados e substituídos ao longo do Período de Concessão, sendo as porcentagens de composição do total mencionadas a seguir.

Tabela 49: Composição dos Diâmetros da Rede Coletora de Esgoto

150 mm	70%
200 mm	25%
300 mm	5%

Portanto, para a Rede Coletora de Esgoto do município de Campos Altos, está sendo prevista a implantação de **8.035 m** de tubulação, sendo considerado que aproximadamente 60% dessa extensão será instalada por empreendedores privados. Além da implantação, está sendo prevista a substituição de **4.998 m** de tubulações pela futura Concessionária, conforme demonstrado a seguir.

A substituição das tubulações da Rede Coletora de Esgoto, abrangerá cerca de 7% da extensão total existente, a qual deverá ocorrer de forma gradativa ano a ano, até o final do Período de Concessão.

Tabela 50: Ampliação e Substituição de Redes Coletoras de Esgoto

HORIZONTE PARCIAL	ANO DA CONCESSÃO	ANO	MUNICÍPIO				DISTRITO SEDE					DISTRITO DE SÃO JERÔNIMO DOS POÇÕES				
			Extensão Total (m)	Ampliação (m)	Substituição (m)	Extensão Total de Novas Redes (m)	Extensão Total (m)	Ampliação (m)	Incremento de Redes Novas Concessionária (m)	Incremento de Redes Novas Privado (m)	Substituição (m)	Extensão Total (m)	Ampliação (m)	Incremento de Redes Novas Concessionária (m)	Incremento de Redes Novas Privado (m)	Substituição (m)
	0	2022	73.476,00	0,00	0,00		73.476,00					0,00				
IMEDIATO	1	2023	73.799,00	323,00	0,00	323,00	73.799,00	323,00	256,00	67,00		0,00	0,00	0,00	0,00	
	2	2024	74.122,00	323,00	147,00	470,00	74.122,00	323,00	256,00	67,00	147,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
CURTO	3	2025	74.472,00	350,00	147,00	497,00	74.472,00	350,00	269,00	81,00	147,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	4	2026	74.795,00	323,00	147,00	470,00	74.795,00	323,00	256,00	67,00	147,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	5	2027	75.145,00	350,00	147,00	497,00	75.145,00	350,00	269,00	81,00	147,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
MÉDIO	6	2028	75.495,00	350,00	147,00	497,00	75.495,00	350,00	269,00	81,00	147,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	7	2029	75.818,00	323,00	147,00	470,00	75.818,00	323,00	256,00	67,00	147,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	8	2030	76.168,00	350,00	147,00	497,00	76.168,00	350,00	269,00	81,00	147,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	9	2031	77.247,00	1.079,00	147,00	1.226,00	77.030,00	862,00	673,00	189,00	147,00	217,00	217,00	217,00	0,00	0,00
	10	2032	77.409,00	162,00	147,00	309,00	77.192,00	162,00	81,00	81,00	147,00	217,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	11	2033	77.571,00	162,00	147,00	309,00	77.354,00	162,00	81,00	81,00	147,00	217,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	12	2034	77.733,00	162,00	147,00	309,00	77.516,00	162,00	81,00	81,00	147,00	217,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	13	2035	77.895,00	162,00	147,00	309,00	77.678,00	162,00	81,00	81,00	147,00	217,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	14	2036	78.057,00	162,00	147,00	309,00	77.840,00	162,00	81,00	81,00	147,00	217,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	15	2037	78.219,00	162,00	147,00	309,00	78.002,00	162,00	81,00	81,00	147,00	217,00	0,00	0,00	0,00	0,00
LONGO	16	2038	78.381,00	162,00	147,00	309,00	78.164,00	162,00	81,00	81,00	147,00	217,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	17	2039	78.543,00	162,00	147,00	309,00	78.326,00	162,00	81,00	81,00	147,00	217,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	18	2040	78.705,00	162,00	147,00	309,00	78.488,00	162,00	81,00	81,00	147,00	217,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	19	2041	78.867,00	162,00	147,00	309,00	78.650,00	162,00	81,00	81,00	147,00	217,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	20	2042	79.029,00	162,00	147,00	309,00	78.812,00	162,00	81,00	81,00	147,00	217,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	21	2043	79.191,00	162,00	147,00	309,00	78.974,00	162,00	81,00	81,00	147,00	217,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	22	2044	79.353,00	162,00	147,00	309,00	79.136,00	162,00	81,00	81,00	147,00	217,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	23	2045	79.515,00	162,00	147,00	309,00	79.298,00	162,00	81,00	81,00	147,00	217,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	24	2046	79.677,00	162,00	147,00	309,00	79.460,00	162,00	81,00	81,00	147,00	217,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	25	2047	79.839,00	162,00	147,00	309,00	79.622,00	162,00	81,00	81,00	147,00	217,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	26	2048	80.001,00	162,00	147,00	309,00	79.784,00	162,00	81,00	81,00	147,00	217,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	27	2049	80.163,00	162,00	147,00	309,00	79.946,00	162,00	81,00	81,00	147,00	217,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	28	2050	80.325,00	162,00	147,00	309,00	80.108,00	162,00	81,00	81,00	147,00	217,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	29	2051	80.487,00	162,00	147,00	309,00	80.270,00	162,00	81,00	81,00	147,00	217,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	30	2052	80.649,00	162,00	147,00	309,00	80.432,00	162,00	81,00	81,00	147,00	217,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	31	2053	80.811,00	162,00	147,00	309,00	80.594,00	162,00	81,00	81,00	147,00	217,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	32	2054	80.999,00	188,00	147,00	335,00	80.782,00	188,00	94,00	94,00	147,00	217,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	33	2055	81.161,00	162,00	147,00	309,00	80.944,00	162,00	81,00	81,00	147,00	217,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	34	2056	81.349,00	188,00	147,00	335,00	81.132,00	188,00	94,00	94,00	147,00	217,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	35	2057	81.511,00	162,00	147,00	309,00	81.294,00	162,00	81,00	81,00	147,00	217,00	0,00	0,00	0,00	0,00
			TOTAIS	**8.035,00**	**4.998,00**	**13.033,00**		**7.818,00**	**4.905,00**	**2.913,00**	**4.998,00**		**217,00**	**217,00**	**0,00**	**0,00**

c) Implantação e Substituição de Ligações Prediais de Esgoto

Simultaneamente à substituição de trechos de Rede Coletora, serão feitas substituições de Ligações Prediais de Esgoto, nos trechos atendidos pelos serviços e onde houver necessidade de modificar a ligação.

Ao longo do Período de Concessão serão implantadas e substituídas Ligações Prediais de Esgoto para atender, num primeiro instante as metas de atendimento estabelecidas no Termo de Referência do Edital, e num segundo instante, o crescimento vegetativo da população mantendo-se a meta de cobertura prevista na Lei nº 14.026/2020.

Para tanto, serão implantadas no Município de Campos Altos, até o final da Concessão, um total de **1.142** novas Ligações Prediais de Esgoto pela Concessionária, assim como serão substituídas 7% do total das ligações, gradativamente, ano a ano, até o fim do Período de Concessão, totalizando **374** Ligações Prediais deterioradas pela ação do tempo.

Os quantitativos estimados das Ligações Prediais de Esgoto a serem implantados e substituídos são expostos na sequência.

Tabela 51: Ampliação e Substituição de Ligações Prediais de Esgoto

HORIZONTE PARCIAL	ANO DA CONCESSÃO	ANO	MUNICÍPIO				DISTRITO SEDE			DISTRITO DE SÃO JERÔNIMO DOS POÇÕES		
			Total de Ligações (unid)	Incremento de Ligações (unid)	Substituição de Ligações (unid)	Total de Novas Ligações (unid)	Total de Ligações (unid)	Incremento de Ligações (unid)	Substituição de Ligações (unid)	Total de Ligações (unid)	Incremento de Ligações (unid)	Substituição de Ligações (unid)
	0	2022	5.456	0	0		5.456			0		
IMEDIATO	**1**	2023	5.483	27	0	27	5.483	27		0	0	
	2	2024	5.510	27	11	38	5.510	27	11	0	0	0
CURTO	**3**	2025	5.538	28	11	39	5.538	28	11	0	0	0
	4	2026	5.565	27	11	38	5.565	27	11	0	0	0
	5	2027	5.593	28	11	39	5.593	28	11	0	0	0
MÉDIO	**6**	2028	5.622	29	11	40	5.622	29	11	0	0	0
	7	2029	5.649	27	11	38	5.649	27	11	0	0	0
	8	2030	5.678	29	11	40	5.678	29	11	0	0	0
	9	2031	5.794	116	11	127	5.750	72	11	44	44	0
	10	2032	5.823	29	11	40	5.778	28	11	45	1	0
	11	2033	5.852	29	11	40	5.807	29	11	45	0	0
	12	2034	5.882	30	11	41	5.837	30	11	45	0	0
	13	2035	5.911	29	11	40	5.865	28	11	46	1	0
	14	2036	5.941	30	11	41	5.895	30	11	46	0	0
	15	2037	5.970	29	11	40	5.924	29	11	46	0	0
LONGO	**16**	2038	6.001	31	11	42	5.954	30	11	47	1	0
	17	2039	6.031	30	11	41	5.984	30	11	47	0	0
	18	2040	6.061	30	11	41	6.014	30	11	47	0	0
	19	2041	6.091	30	11	41	6.044	30	11	47	0	0
	20	2042	6.121	30	11	41	6.074	30	11	47	0	0
	21	2043	6.152	31	11	42	6.104	30	11	48	1	0
	22	2044	6.183	31	11	42	6.135	31	11	48	0	0
	23	2045	6.214	31	11	42	6.166	31	11	48	0	0
	24	2046	6.244	30	11	41	6.196	30	11	48	0	0
	25	2047	6.275	31	11	42	6.227	31	11	48	0	0
	26	2048	6.308	33	11	44	6.259	32	11	49	1	0
	27	2049	6.339	31	11	42	6.290	31	11	49	0	0
	28	2050	6.370	31	11	42	6.321	31	11	49	0	0
	29	2051	6.403	33	11	44	6.353	32	11	50	1	0
	30	2052	6.435	32	11	43	6.385	32	11	50	0	0
	31	2053	6.466	31	11	42	6.416	31	11	50	0	0
	32	2054	6.499	33	11	44	6.449	33	11	50	0	0
	33	2055	6.531	32	11	43	6.481	32	11	50	0	0
	34	2056	6.565	34	11	45	6.514	33	11	51	1	0
	35	2057	6.597	33	11	44	6.546	32	11	51	1	0
			TOTAIS	**1.142**	**374**	**1.516**		**1.090**	**374**		**52**	**0**

d) Controle de Ligações Indevidas

Será implementado pela Concessionária o monitoramento e fiscalização do atendimento aos padrões pré-definidos, de lançamento, na rede pública, de esgoto industrial sem a necessidade de um pré-tratamento.

A experiência da ORBIS AMBIENTAL permite inferir que parte das ligações domiciliares de esgoto necessita de intervenções significativas, pois podem estar sujeitas "ao recebimento de contribuições de águas pluviais, muito acima dos valores admissíveis em projetos convencionais de coleta de esgotos sanitários". Nestes casos, o investimento das correções deverá ser atribuído ao próprio usuário, para impedir o lançamento indevido de águas pluviais na rede coletora de esgoto.

Ademais, além do monitoramento e fiscalização de lançamentos irregulares de águas pluviais em redes de esgoto, principalmente quando for executada nova ligação ou sua substituição, é necessário difundir noções de educação ambiental junto à população e incentivar usos sustentáveis com reaproveitamento da água da chuva em lavagem de áreas externas e descargas de vasos sanitários, ou seja, para fins não potáveis.

e) Manutenção da Rede

Dentre os Problemas Críticos citados neste subitem, indicou-se a inexistência de uma rotina operacional e de manutenção para realização de ações preventivas na rede de coleta de esgoto, causando deterioração.

Não obstante, cabe destacar que problemas quanto a eventuais obstruções em tubulações serão resolvidos com as devidas correções deste ou outro problema que ocorra ou venha a ocorrer, com as limpezas e manutenções preventivas e corretivas previstas também no Programa de Operação e Manutenção que será implantada pela Concessionária logo no início da operação.

2.b.2.3. Estado de Conservação das Unidades Existentes

A experiência da equipe técnica da ORBIS AMBIENTAL, obtida na operação de Sistemas de Esgotamento Sanitário similares ao objeto em questão, permite que sejam previstos problemas que geralmente afetam as Redes Coletoras de Esgoto executadas de forma análoga às existentes em Campos Altos.

Embora as informações levantadas por ocasião da visita técnica indiquem que a Rede Coletora de Esgoto está em bom estado de conservação, podem ocorrer obstruções nas tubulações ocasionando o transbordamento de esgoto nas vias públicas, como pode ser visto na figura apresentada a seguir, a título de exemplo.

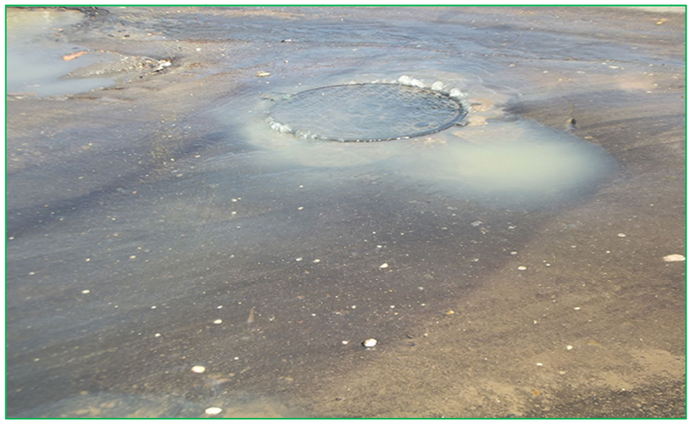


Figura 97: Exemplo de transbordamento de esgoto em Poços de Visita

Além da integridade física das tubulações, as condições de suas respectivas juntas também merecem atenção, pois quaisquer imperfeições nas conexões, além das rachaduras nos tubos, facilitam tanto a penetração de raízes, provocando obstruções na rede, quanto a infiltrações

que carreiam o solo à sua volta, podendo causar recalque na tubulação e consequentemente no pavimento das ruas.

2.b.3. Descrição das Unidades que serão Utilizadas no Sistema de Esgotamento Sanitário

A caracterização das unidades previstas para o Sistema de Esgotamento Sanitário de Campos Altos é demonstrada a seguir contemplando:

- Critérios de Dimensionamento;
- Descrição Física das Unidades Propostas.

2.b.3.1. Critérios de Dimensionamento

Neste subitem, a ORBIS AMBIENTAL apresenta os parâmetros que foram utilizados no dimensionamento das unidades associadas às soluções propostas para os problemas críticos identificados nas Redes Coletoras e Ligações Prediais de Esgoto.

a) Parâmetros Adotados

Todos os estudos que resultaram no Plano de Trabalho proposto para o Sistema de Esgotamento Sanitário de Campos Altos foram fundamentados pelos parâmetros a seguir, considerando-se que as definições do Período de Projeto e Projeção Populacional, já foram apresentadas no Tópico 1 desta Proposta Técnica.

❑ Normas Técnicas

Os estudos associados às Redes Coletoras e Ligações Prediais de Esgoto foram precedidos pela elaboração de dimensionamento e verificação hidráulica das unidades, os quais seguiram as recomendações da norma NBR 9649: Projetos de Rede Coletora de Esgoto Sanitário da ABNT.

❑ Metas de Atendimento

Para determinação da evolução da geração de esgotos sanitários foi considerada as metas de atendimento da população urbana do Município de Campos Altos, com coleta e tratamento de esgoto sanitário, indicadas a seguir, conforme estabelecido no Termo de Referência do Edital.

Tabela 52: Cobertura de Coleta de Esgoto (CCE)

ANO DA CONCESSÃO	ANO	CCE
01	2023	97%
06	2028	98%
11	2033	98%
35	2057	98%

Tabela 53: Cobertura de Coleta e Tratamento de Esgoto (CCTE)

ANO DA CONCESSÃO	ANO	CCTE
01	2023	0%
06	2028	90%
11	2033	90%
35	2057	90%

Com base nesses percentuais foi estimada a população a ser atendida com coleta e tratamento de esgoto, tanto para o Distrito Sede, quanto para o Distrito de São Jerônimo dos Poções.

Tabela 54: População a ser Atendida com Coleta e Tratamento de Esgoto

HORIZONTE PARCIAL	ANO DA CONCESSÃO	ANO	Distrito SEDE				Distrito SÃO JERÔNIMO DOS POÇÕES				TOTAL ÁREA URBANA			
			COLETA		TRATAMENTO		COLETA		TRATAMENTO		COLETA		TRATAMENTO	
			COBERTURA (%)	POPULAÇÃO A SER ATENDIDA (habitantes/dia)	COBERTURA (%)	POPULAÇÃO A SER ATENDIDA (habitantes/dia)	COBERTURA (%)	POPULAÇÃO A SER ATENDIDA (habitantes/dia)	COBERTURA (%)	POPULAÇÃO A SER ATENDIDA (habitantes/dia)	COBERTURA (%)	POPULAÇÃO A SER ATENDIDA (habitantes/dia)	COBERTURA (%)	POPULAÇÃO A SER ATENDIDA (habitantes/dia)
	0	2022	97,25%	**12.526**	0,00%	**0**	0,00%	**0**	0,00%	**0**	96,51%	**12.526**	0,00%	**0**
IMEDIATO	**1**	2023	97,25%	**12.589**	0,00%	**0**	0,00%	**0**	0,00%	**0**	96,51%	**12.589**	0,00%	**0**
	2	2024	97,25%	**12.652**	0,00%	**0**	0,00%	**0**	0,00%	**0**	96,51%	**12.652**	0,00%	**0**
CURTO	**3**	2025	97,25%	**12.715**	0,00%	**0**	0,00%	**0**	0,00%	**0**	96,51%	**12.715**	0,00%	**0**
	4	2026	97,25%	**12.778**	0,00%	**0**	0,00%	**0**	0,00%	**0**	96,50%	**12.778**	0,00%	**0**
	5	2027	97,25%	**12.842**	90,00%	**11.885**	0,00%	**0**	0,00%	**0**	96,51%	**12.842**	89,31%	**11.885**
MÉDIO	**6**	2028	97,25%	**12.907**	90,00%	**11.944**	0,00%	**0**	0,00%	**0**	96,51%	**12.907**	89,31%	**11.944**
	7	2029	97,25%	**12.971**	90,00%	**12.003**	0,00%	**0**	0,00%	**0**	96,50%	**12.971**	89,30%	**12.003**
	8	2030	97,25%	**13.036**	90,00%	**12.064**	0,00%	**0**	0,00%	**0**	96,51%	**13.036**	89,31%	**12.064**
	9	2031	98,00%	**13.202**	90,00%	**12.124**	98,00%	**103**	90,00%	**95**	98,00%	**13.305**	90,00%	**12.219**
	10	2032	98,00%	**13.267**	90,00%	**12.184**	98,00%	**104**	90,00%	**95**	98,00%	**13.371**	90,00%	**12.279**
	11	2033	98,00%	**13.334**	90,00%	**12.245**	98,00%	**104**	90,00%	**95**	98,00%	**13.438**	89,99%	**12.340**
	12	2034	98,00%	**13.401**	90,00%	**12.307**	98,00%	**105**	90,00%	**96**	98,00%	**13.506**	90,00%	**12.403**
	13	2035	98,00%	**13.467**	90,00%	**12.368**	98,00%	**106**	90,00%	**97**	98,00%	**13.573**	90,00%	**12.465**
	14	2036	98,00%	**13.535**	90,00%	**12.430**	98,00%	**106**	90,00%	**97**	98,00%	**13.641**	90,00%	**12.527**
	15	2037	98,00%	**13.602**	90,00%	**12.492**	98,00%	**107**	90,00%	**98**	98,00%	**13.709**	90,00%	**12.590**
LONGO	**16**	2038	98,00%	**13.670**	90,00%	**12.554**	98,00%	**108**	90,00%	**99**	98,00%	**13.778**	90,00%	**12.653**
	17	2039	98,00%	**13.739**	90,00%	**12.617**	98,00%	**108**	90,00%	**99**	98,00%	**13.847**	90,00%	**12.716**
	18	2040	98,00%	**13.807**	90,00%	**12.680**	98,00%	**109**	90,00%	**100**	98,00%	**13.916**	90,00%	**12.780**
	19	2041	98,00%	**13.876**	90,00%	**12.743**	98,00%	**110**	90,00%	**101**	98,00%	**13.986**	90,00%	**12.844**
	20	2042	98,00%	**13.945**	90,00%	**12.807**	98,00%	**110**	90,00%	**101**	98,00%	**14.055**	90,00%	**12.908**
	21	2043	98,00%	**14.015**	90,00%	**12.871**	98,00%	**111**	90,00%	**102**	98,00%	**14.126**	90,00%	**12.973**
	22	2044	98,00%	**14.086**	90,00%	**12.936**	98,00%	**111**	90,00%	**102**	98,00%	**14.197**	90,00%	**13.038**
	23	2045	98,00%	**14.156**	90,00%	**13.001**	98,00%	**111**	90,00%	**102**	98,00%	**14.267**	90,01%	**13.103**
	24	2046	98,00%	**14.227**	90,00%	**13.065**	98,00%	**112**	90,00%	**103**	98,00%	**14.339**	90,00%	**13.168**
	25	2047	98,00%	**14.298**	90,00%	**13.131**	98,00%	**112**	90,00%	**103**	98,00%	**14.410**	90,00%	**13.234**
	26	2048	98,00%	**14.370**	90,00%	**13.197**	98,00%	**113**	90,00%	**104**	98,00%	**14.483**	90,01%	**13.301**
	27	2049	98,00%	**14.441**	90,00%	**13.262**	98,00%	**114**	90,00%	**104**	98,00%	**14.555**	89,99%	**13.366**
	28	2050	98,00%	**14.514**	90,00%	**13.329**	98,00%	**114**	90,00%	**104**	98,00%	**14.628**	90,00%	**13.433**
	29	2051	98,00%	**14.586**	90,00%	**13.396**	98,00%	**115**	90,00%	**105**	98,00%	**14.701**	90,00%	**13.501**
	30	2052	98,00%	**14.659**	90,00%	**13.462**	98,00%	**116**	90,00%	**106**	98,00%	**14.775**	90,00%	**13.568**
	31	2053	98,00%	**14.732**	90,00%	**13.530**	98,00%	**116**	90,00%	**106**	98,00%	**14.848**	90,00%	**13.636**
	32	2054	98,00%	**14.806**	90,00%	**13.597**	98,00%	**117**	90,00%	**107**	98,00%	**14.923**	90,00%	**13.704**
	33	2055	98,00%	**14.880**	90,00%	**13.666**	98,00%	**117**	90,00%	**107**	98,00%	**14.997**	90,00%	**13.773**
	34	2056	98,00%	**14.955**	90,00%	**13.734**	98,00%	**118**	90,00%	**108**	98,00%	**15.073**	90,00%	**13.842**
	35	2057	98,00%	**15.029**	90,00%	**13.802**	98,00%	**119**	90,00%	**109**	98,00%	**15.148**	90,00%	**13.911**

b) Critérios para o Dimensionamento Hidráulico

❑ Vazões

Para todos os trechos da Rede Coletora devem ser estimadas as vazões inicial e final (Qi e Qf), considerando sistema separador absoluto. O menor valor da vazão em qualquer trecho deverá ser de 1,5 L/s.

$$Qi = K2.Qi + Qinf.\ i + \sum Qci \quad Qf = K1.K2.Qf + Qinf.\ f + \sum Qcf$$

O cálculo das vazões inicial (Qi) e final (Qf) para o dimensionamento da rede coletora de esgotos deve seguir as seguintes expressões:

Onde:

- Qi: Vazão máxima inicial (L/s);
- Qf: Vazão máxima final (L/s);
- K1: Coeficiente de máxima vazão diária;
- K2: Coeficiente de máxima vazão horária;
- Qi: Vazão média inicial (L/s);
- Qf: Vazão média final (L/s);
- Qinf.i: Vazão de infiltração inicial (L/s);
- Qinf.f: Vazão de infiltração final (L/s);
- Qci: Vazão concentrada ou singular inicial (L/s);
- Qcf: Vazão concentrada ou singular final (L/s).

❑ Diâmetro

Os diâmetros utilizados devem ser previstos nas normas e especificações brasileiras, sendo que o diâmetro nominal mínimo deve ser de 150 mm.

❑ Declividade Mínima

Para garantir a autolimpeza, cada trecho da rede deverá ter uma tensão de arraste média igual ou superior a 1 Pa, calculada para vazão inicial (Qi). A declividade mínima que satisfaz essa condição pode ser determinada pela expressão aproximada:

$$Imin = 0{,}0055.Qi^{-0{,}47}$$

Onde:

- Imin = declividade mínima m/m;
- Qi = vazão inicial.

A equação da declividade mínima é válida para o coeficiente de Manning: n = 0,013.

❑ Declividade Máxima

A máxima declividade admissível é aquela para a qual se tenha velocidade na tubulação igual a 5 m/s para a vazão final (Qf) e pode ser obtida pela expressão aproximada:

$$Imax = 4{,}65.Qi^{-0{,}67}$$

Onde:

- Imáx = declividade máxima, m/m;
- Qf = vazão final.

Velocidade Crítica

Para vazão final (Qf) deve ser calculada a velocidade crítica através da seguinte expressão:

$$Vc = 6\ (gRh)^{1/2}$$

Onde:

- Vc = velocidade crítica, m/s;
- g = aceleração da gravidade, m/s^2;
- Rh = raio hidráulico, m.

Quando a velocidade final (Vf) é superior à velocidade crítica (Vc), a maior lâmina admissível deve ser 50% do diâmetro do coletor, assegurando-se a ventilação do trecho. Se a lâmina for superior a 50%, o diâmetro do coletor deverá ser aumentado.

Lâmina D'água

As lâminas d'água devem ser calculadas admitindo o escoamento em regime permanente e uniforme.

Lâmina Máxima

A lâmina máxima deverá ser igual ou inferior a 75% do diâmetro do coletor, calculada para a vazão final (Qf). Nos casos de coletores existentes, poderão ser admitidas lâminas superiores ao limite y/d ≤ 0,75 (onde y = altura da lâmina e d = diâmetro do coletor), desde que os coletores não operem em carga.

Lâmina Mínima

Não se limita a lâmina d'água mínima pelo critério da tensão de arraste.

Condição de Controle de Remanso

Sempre que a cota do nível d'água na saída de qualquer PV ou PI estiver acima de qualquer das cotas dos níveis d'água de entrada, deve ser verificada a influência do remanso no trecho de montante, garantindo-se as condições de autolimpeza e condições de esgotamento livre.

Rugosidade da Parede do Conduto

O dimensionamento hidráulico deve considerar a rugosidade das paredes internas das tubulações e para tanto deve ser adotado coeficiente de Manning de 0,013, independente do material de que for feito o coletor.

Parâmetros e Critérios de Projeto

Para se estimar as vazões de esgotamento sanitário foram utilizados os seguintes parâmetros e critérios de projeto:

Coeficientes do Dia e Hora de Maior Consumo (k1 e k2):

Por não haver informações disponíveis que permitam a determinação confiável dos coeficientes do dia e hora de maior consumo de água e de geração de esgotos, adotou-se os valores usuais, quais sejam: k1 (Coeficiente do dia de maior consumo) = 1,20 e k2 (Coeficiente da hora de maior consumo) = 1,50.

Consumo Médio Per Capita de Água:

Para o consumo médio per capita de água, com base no Anexo IV (Termo de Referência) do Edital, utilizou-se como dado de entrada de 133 litros/habitante/dia.

Coeficiente de Retorno:

Coeficiente de retorno é a relação média entre os volumes de esgoto produzido e a água efetivamente consumida. Entende-se por consumo efetivo aquele registrado na micromedição da rede de distribuição de água, descartando-se, portanto, as perdas do sistema de abastecimento.

Parte desse volume efetivo não chega aos coletores de esgoto, pois conforme a natureza de consumo perde-se por evaporação, infiltração ou escoamento superficial como, por exemplo: lavagem de roupas rega de jardins, lavagem de pisos ou de veículos. Para o coeficiente de retorno de esgoto, previu-se valor condizente com as características da cidade e clima. Adotou-se o coeficiente C = 0,80.

Vazão de Infiltração:

As infiltrações na rede coletora de esgotos originam-se, normalmente, das juntas entre as tubulações não executadas adequadamente, de transposições de paredes de poços de visita (PVs) não executados 100% estanques, de ligações domiciliares executadas de forma inadequada e de conexões clandestinas de águas pluviais e drenagens na rede de esgoto sanitário.

Acontece, ainda, penetração na rede coletora das águas pluviais por frestas e aberturas de ventilação nos tampões dos PVs, principalmente quando da ocorrência de chuva intensa que leva a um acúmulo de água na via, por onde passa a rede de esgoto. Quanto à vazão de infiltração assumiu-se o coeficiente i = 0,15 litros/segundo.km.

❑ Premissas de Cálculo para a Rede Coletora

De acordo com os dados do Termo de Referência do Edital, o Sistema Existente de Esgotamento Sanitário possuía em 2020, 83,5 km de Rede Coletora de Esgoto.

Considerando-se que no Ano 2020 eram atendidos com coleta de esgoto cerca de 6.200 Ligações Prediais de Esgoto, tem-se uma extensão média de 13,467 m de rede coletora por ligação predial.

Estes dados foram utilizados para o dimensionamento das ampliações necessárias das Redes Coletoras, ao longo do Período de Concessão, para atender o crescimento vegetativo da população, mantendo-se a universalização do sistema até o final da Concessão.

Estimou-se também a potencial necessidade de substituição de cerca de 7% das Redes Coletoras de Esgoto que ao longo da Concessão apresentarem deterioração com o tempo, de forma gradativa, ano a ano, até o final do Período de Concessão.

Premissas de Cálculo para as Ligações Prediais

Os dados constantes do SNIS (2021) indicavam, para o Município de Campos Altos, uma população total atendida com esgotamento sanitário da ordem de 15.661 habitantes. Assim, levando-se em conta esta população e o fato de existirem, conforme SNIS (2021), 6.860 Ligações Prediais de Esgoto, adotou-se um índice aproximado de 2,29 habitantes/ligação. Este número foi utilizado para a determinação do número de Ligações Prediais de Esgoto a ser instalado ao longo do Período de Concessão, para atender o crescimento vegetativo da população e para a manutenção da universalização do atendimento.

Levou-se ainda em consideração a necessidade da substituição de Ligações Prediais de Esgoto existentes, a razão de 6,6% para todo o Período de Concessão, de forma gradativa, ano a ano.

Vazões Totais de Esgoto

As vazões de esgoto a serem demandadas ao longo da Concessão encontram-se apresentadas nas tabelas a seguir.

Tabela 55: Projeção de Contribuições de Esgoto para o Distrito Sede do Município de Campos Altos

HORIZONTE PARCIAL	ANO DA CONCESSÃO	ANO	POPULAÇÃO ATENDIDA COM TRATAMENTO (hab)	LIGAÇÕES ESGOTO COM TRATAMENTO (unid)	ECONOMIAS DE ESGOTO COM TRATAMENTO (unid)	CONSUMO "PER CAPITA" (L/hab.dia)	VAZÃO MÉDIA (L/s)	EXTENSÃO REDE COLETORA (km)	TAXA DE INFILTRAÇÃO (L/s.km)	VAZÃO DE INFILTRAÇÃO (L/s)	VAZÃO MÉDIA COM INFILTRAÇÃO (L/s)	VAZÃO MÁXIMA COM INFILTRAÇÃO (L/s)	VOLUME MÉDIO DIÁRIO (m³/dia)
	0	2022	0	-	-	133,00	-	-	0,15	-	-	-	-
IMEDIATO	**1**	2023	0	-	-	133,00	-	-	0,15	-	-	-	-
	2	2024	0	-	-	133,00	-	-	0,15	-	-	-	-
CURTO	**3**	2025	0	-	-	133,00	-	-	0,15	-	-	-	-
	4	2026	0	-	-	133,00	-	-	0,15	-	-	-	-
	5	2027	11.885	5.176	5.176	133,00	14,64	69,71	0,15	10,46	25,09	36,80	2.168,00
MÉDIO	**6**	2028	11.944	5.202	5.202	133,00	14,71	70,06	0,15	10,51	25,22	36,98	2.179,00
	7	2029	12.003	5.228	5.228	133,00	14,78	70,41	0,15	10,56	25,34	37,17	2.190,00
	8	2030	12.064	5.254	5.254	133,00	14,86	70,76	0,15	10,61	25,47	37,36	2.201,00
	9	2031	12.124	5.280	5.280	133,00	14,93	71,11	0,15	10,67	25,60	37,54	2.212,00
	10	2032	12.184	5.307	5.307	133,00	15,00	71,47	0,15	10,72	25,72	37,73	2.223,00
	11	2033	12.245	5.333	5.333	133,00	15,08	71,82	0,15	10,77	25,85	37,92	2.234,00
	12	2034	12.307	5.360	5.360	133,00	15,16	72,18	0,15	10,83	25,98	38,11	2.245,00
	13	2035	12.368	5.387	5.387	133,00	15,23	72,55	0,15	10,88	26,11	38,30	2.256,00
	14	2036	12.430	5.414	5.414	133,00	15,31	72,91	0,15	10,94	26,24	38,49	2.267,00
	15	2037	12.492	5.441	5.441	133,00	15,38	73,27	0,15	10,99	26,37	38,68	2.279,00
LONGO	**16**	2038	12.554	5.468	5.468	133,00	15,46	73,64	0,15	11,05	26,51	38,87	2.290,00
	17	2039	12.617	5.495	5.495	133,00	15,54	74,00	0,15	11,10	26,64	39,07	2.301,00
	18	2040	12.680	5.523	5.523	133,00	15,62	74,38	0,15	11,16	26,77	39,26	2.313,00
	19	2041	12.743	5.550	5.550	133,00	15,69	74,74	0,15	11,21	26,90	39,46	2.324,00
	20	2042	12.807	5.578	5.578	133,00	15,77	75,12	0,15	11,27	27,04	39,66	2.336,00
	21	2043	12.871	5.606	5.606	133,00	15,85	75,50	0,15	11,33	27,18	39,86	2.348,00
	22	2044	12.936	5.634	5.634	133,00	15,93	75,87	0,15	11,38	27,31	40,06	2.360,00
	23	2045	13.001	5.662	5.662	133,00	16,01	76,25	0,15	11,44	27,45	40,26	2.372,00
	24	2046	13.065	5.690	5.690	133,00	16,09	76,63	0,15	11,49	27,58	40,46	2.383,00
	25	2047	13.131	5.719	5.719	133,00	16,17	77,02	0,15	11,55	27,72	40,66	2.395,00
	26	2048	13.197	5.748	5.748	133,00	16,25	77,41	0,15	11,61	27,86	40,86	2.407,00
	27	2049	13.262	5.776	5.776	133,00	16,33	77,79	0,15	11,67	28,00	41,07	2.419,00
	28	2050	13.329	5.805	5.805	133,00	16,41	78,18	0,15	11,73	28,14	41,27	2.431,00
	29	2051	13.396	5.834	5.834	133,00	16,50	78,57	0,15	11,79	28,28	41,48	2.444,00
	30	2052	13.462	5.863	5.863	133,00	16,58	78,96	0,15	11,84	28,42	41,68	2.456,00
	31	2053	13.530	5.893	5.893	133,00	16,66	79,36	0,15	11,90	28,57	41,90	2.468,00
	32	2054	13.597	5.922	5.922	133,00	16,74	79,75	0,15	11,96	28,71	42,10	2.480,00
	33	2055	13.666	5.952	5.952	133,00	16,83	80,16	0,15	12,02	28,85	42,32	2.493,00
	34	2056	13.734	5.982	5.982	133,00	16,91	80,56	0,15	12,08	29,00	42,53	2.505,00
	35	2057	13.802	6.011	6.011	133,00	17,00	80,95	0,15	12,14	29,14	42,74	2.518,00

Tabela 56: Projeção de Contribuições de Esgoto para o Distrito de São Jerônimo dos Poções

HORIZONTE PARCIAL	ANO DA CONCESSÃO	ANO	POPULAÇÃO ATENDIDA COM TRATAMENTO (hab)	LIGAÇÕES ESGOTO COM TRATAMENTO (unid)	ECONOMIAS DE ESGOTO COM TRATAMENTO (unid)	CONSUMO "PER CAPITA" (L/hab.dia)	VAZÃO MÉDIA (L/s)	EXTENSÃO REDE COLETORA (km)	TAXA DE INFILTRAÇÃO (L/s.km)	VAZÃO DE INFILTRAÇÃO (L/s)	VAZÃO MÉDIA COM INFILTRAÇÃO (L/s)	VAZÃO MÁXIMA COM INFILTRAÇÃO (L/s)	VOLUME MÉDIO DIÁRIO (m³/dia)
	0	2022	0	-	-	133,00	-	-	0,15	-	-	-	-
IMEDIATO	**1**	2023	0	-	-	133,00	-	-	0,15	-	-	-	-
	2	2024	0	-	-	133,00	-	-	0,15	-	-	-	-
CURTO	**3**	2025	0	-	-	133,00	-	-	0,15	-	-	-	-
	4	2026	0	-	-	133,00	-	-	0,15	-	-	-	-
	5	2027	0	-	-	133,00	-	-	0,15	-	-	-	-
MÉDIO	**6**	2028	0	-	-	133,00	-	-	0,15	-	-	-	-
	7	2029	0	-	-	133,00	-	-	0,15	-	-	-	-
	8	2030	0	-	-	133,00	-	-	0,15	-	-	-	-
	9	2031	95	41	41	133,00	0,12	0,55	0,15	0,08	0,20	0,29	17,00
	10	2032	95	41	41	133,00	0,12	0,55	0,15	0,08	0,20	0,29	17,00
	11	2033	95	41	41	133,00	0,12	0,55	0,15	0,08	0,20	0,29	17,00
	12	2034	96	42	42	133,00	0,12	0,57	0,15	0,09	0,20	0,30	18,00
	13	2035	97	42	42	133,00	0,12	0,57	0,15	0,09	0,20	0,30	18,00
	14	2036	97	42	42	133,00	0,12	0,57	0,15	0,09	0,20	0,30	18,00
	15	2037	98	43	43	133,00	0,12	0,58	0,15	0,09	0,21	0,30	18,00
LONGO	**16**	2038	99	43	43	133,00	0,12	0,58	0,15	0,09	0,21	0,31	18,00
	17	2039	99	43	43	133,00	0,12	0,58	0,15	0,09	0,21	0,31	18,00
	18	2040	100	44	44	133,00	0,12	0,59	0,15	0,09	0,21	0,31	18,00
	19	2041	101	44	44	133,00	0,12	0,59	0,15	0,09	0,21	0,31	18,00
	20	2042	101	44	44	133,00	0,12	0,59	0,15	0,09	0,21	0,31	18,00
	21	2043	102	44	44	133,00	0,13	0,59	0,15	0,09	0,21	0,31	18,00
	22	2044	102	44	44	133,00	0,13	0,59	0,15	0,09	0,21	0,31	18,00
	23	2045	102	44	44	133,00	0,13	0,59	0,15	0,09	0,21	0,31	18,00
	24	2046	103	45	45	133,00	0,13	0,61	0,15	0,09	0,22	0,32	19,00
	25	2047	103	45	45	133,00	0,13	0,61	0,15	0,09	0,22	0,32	19,00
	26	2048	104	45	45	133,00	0,13	0,61	0,15	0,09	0,22	0,32	19,00
	27	2049	104	45	45	133,00	0,13	0,61	0,15	0,09	0,22	0,32	19,00
	28	2050	104	45	45	133,00	0,13	0,61	0,15	0,09	0,22	0,32	19,00
	29	2051	105	46	46	133,00	0,13	0,62	0,15	0,09	0,22	0,33	19,00
	30	2052	106	46	46	133,00	0,13	0,62	0,15	0,09	0,22	0,33	19,00
	31	2053	106	46	46	133,00	0,13	0,62	0,15	0,09	0,22	0,33	19,00
	32	2054	107	47	47	133,00	0,13	0,63	0,15	0,09	0,23	0,33	20,00
	33	2055	107	47	47	133,00	0,13	0,63	0,15	0,09	0,23	0,33	20,00
	34	2056	108	47	47	133,00	0,13	0,63	0,15	0,09	0,23	0,33	20,00
	35	2057	109	47	47	133,00	0,13	0,63	0,15	0,09	0,23	0,34	20,00

2.b.3.2. Descrição Física das Unidades Implantadas e/ou Adotadas

O Sistema de Esgotamento Sanitário proposto para o Município de Campos Altos, será do tipo "Separador Absoluto", não se admitindo o lançamento de efluentes pluviais ou águas subterrâneas, captadas de alguma forma, ao sistema público.

As contribuições à rede coletora de esgotos sanitários serão essencialmente de origem doméstica, com possibilidade de lançamento de pequenas quantidades de contribuições do comércio. Eventuais pequenas flutuações em casos isolados serão desconsideradas, baseando-se no fato de que, geralmente em torno de 96% da vazão total é de origem doméstica. Em função disso, somente indústria de certo porte ou com contribuição expressiva em termos de vazão e/ou carga poluidora do sistema, mereceria consideração individualizada no dimensionamento.

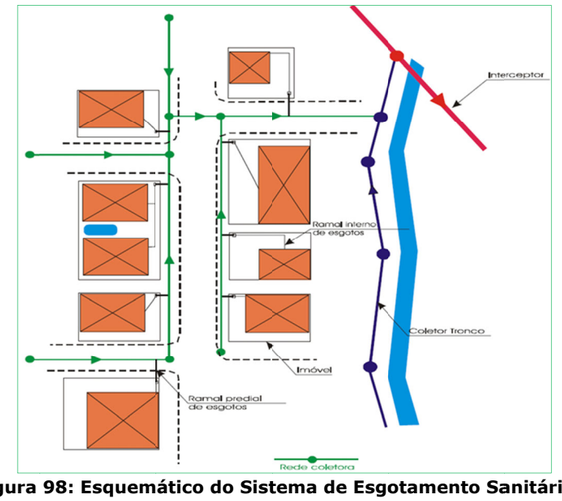


Figura 98: Esquemático do Sistema de Esgotamento Sanitário – Ramal, Rede e Coletor de Esgoto

As unidades a serem implantadas, no caso da Rede Coletora de Esgoto, terão as características indicadas na tabela a seguir, considerando o último ano da Concessão.

Tabela 57: Total de Tubulações da Rede Coletora a serem Implantadas e Substituídas

EXPANSÃO DA REDE COLETORA (m)				SUBSTITUIÇÃO DA REDE COLETORA (m)			
TOTAL (m)	150 mm	200 mm	300 mm	TOTAL (m)	150 mm	200 mm	300 mm
8.035	5.624	2.009	402	**4.998**	3.500	1.250	248

Tabela 58: Total de Ligações Prediais de Esgoto a serem Implantadas e Substituídas

EXPANSÃO DE LIGAÇÕES DE ESGOTO (un)	SUBSTITUIÇÃO DE LIGAÇÕES DE ESGOTO (un)
1.142	374

As novas unidades previstas para a solução dos problemas críticos identificados no âmbito das Redes Coletoras e Ligações Prediais de Esgoto, terão as características principais expostas a seguir.

a) Características das Unidades a Serem Implantadas

O sistema formado pelas Redes Coletoras e Ligações Prediais de Esgoto será constituído basicamente pelos seguintes elementos:

- Rede coletora de esgotos: Tubulação que recebe contribuições dos ramais prediais e de outras redes coletoras de esgotos;
- Poço de visita (PV): Câmara visitável através de abertura existente em sua parte superior, destinado à execução de trabalhos de manutenção e inspeção;

- Poço de Inspeção (PI): Dispositivo não visitável que permite inspeção e introdução de equipamentos de desobstrução e limpeza;
- Terminal de Limpeza – TL: Dispositivo não visitável que permite inspeção e introdução de equipamentos de limpeza, sendo localizado na cabeceira deste;
- Ligação predial de esgoto: Trecho da tubulação compreendido entre a caixa de inspeção de ligação e o coletor de esgotos.

Nos tópicos a seguir são descritas as características principais de cada um desses elementos:

❑ Rede Coletora de Esgotos

As Redes Coletoras de Esgotos a serem implantadas ou substituídas serão em tubos de PVC, ponta e bolsa, junta elástica, tipo junta elástica.

As figuras a seguir ilustram as características dos materiais a serem utilizados na construção ou substituição das Redes Coletoras de Esgotos.

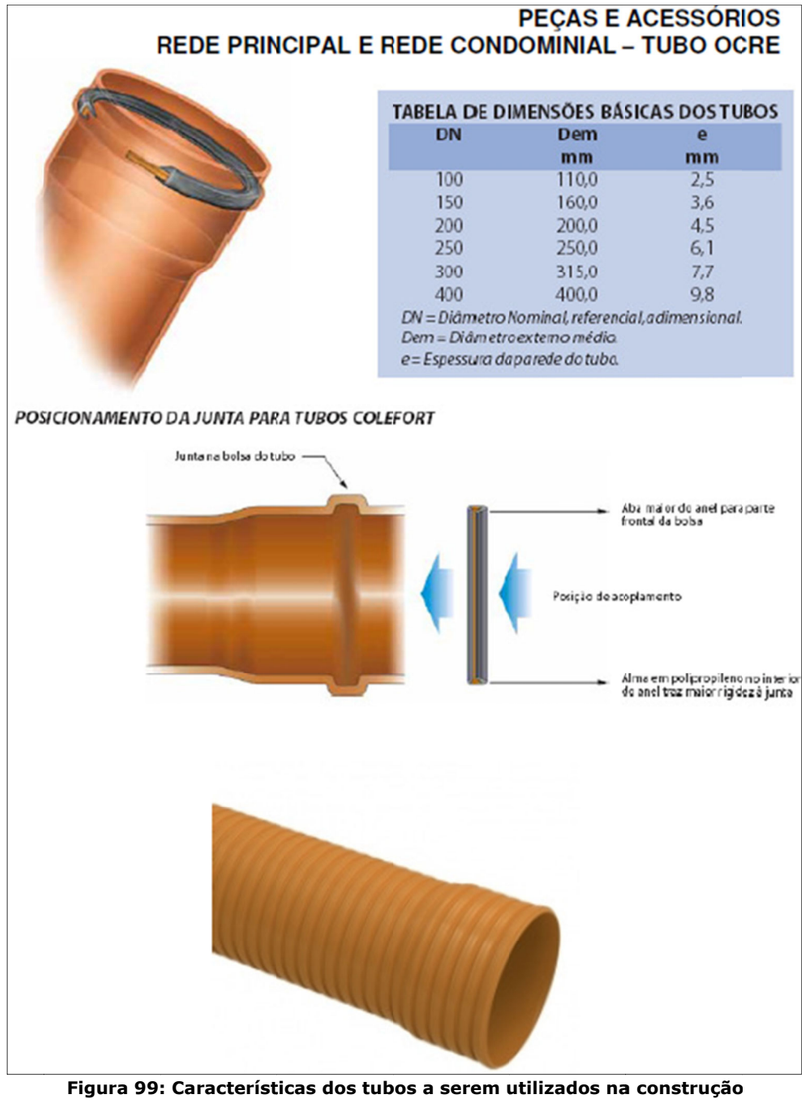


Figura 99: Características dos tubos a serem utilizados na construção ou substituição de Redes Coletoras de Esgoto

Figura 100: Exemplos de conexões previstas para as Redes Coletoras de Esgoto

❑ Poços de Visita (PV)

Serão obrigatoriamente utilizados nas seguintes condições:

- Na confluência de mais de 2 trechos à singularidade e 1 saída;
- Na confluência que exige colocação de tubo de queda;
- Quando a profundidade for maior ou igual a 1,60 m;
- A jusante de ligações prediais cujas contribuições podem acarretar problemas de manutenção.

Os poços de visita serão construídos em tubos de concreto tipo ponta e bolsa com junta elástica, com exceção da parte inferior que deve ser concretada concomitantemente com a laje de fundo, no mínimo a altura de meio diâmetro do tubo coletor, acima da geratriz superior deste. Este concreto apresentará dosagem e características físicas e químicas adequadas à exposição ao esgoto.

Tubo de queda será colocado quando o coletor afluente apresentar degrau com altura maior ou igual a 0,60 m exceto para diâmetros superiores a 300 mm, caso em que é necessária a construção de PV especial, com dissipador de energia.

O tampão de acesso ao PV estará localizado acima do eixo do coletor principal, deslocada em sentido à entrada do fluxo, facilitando a entrada e visualização.

Desníveis entre a GI (geratriz inferior) do coletor e o fundo do PV, menores que 0,20 m, serão eliminados, aprofundando-se o trecho de montante, exceto nos casos de acerto de geratrizes superiores.

❑ Poços de Inspeção (PI)

Serão previstos nas seguintes situações:

- Na confluência de até 2 trechos à singularidade e 1 saída;
- Nos pontos com degrau de altura igual ou inferior a 0,50 m;
- Profundidade do coletor até 1,60 m;
- Diâmetro do coletor até 200 mm;
- Ausência, a montante, de ligações de postos de gasolina, de hospitais e de escolas.

As paredes dos poços de inspeção serão revestidas por tubos de concreto tipo ponta e bolsa com junta elástica, com exceção da parte inferior que deve ser concretada concomitantemente com a laje de fundo, no mínimo a altura de meio diâmetro do tubo coletor, acima da geratriz superior deste. Este concreto apresentará dosagem e características físicas e químicas adequadas para exposição ao esgoto.

O tampão de acesso ao PI estará localizado acima do eixo do coletor principal, deslocada em sentido à entrada do fluxo, facilitando a entrada e visualização.

❑ Terminais de Limpeza – TL

Os terminais de limpeza serão usados em pontas secas, isto é, no início (montante) de redes coletoras de esgotos, exceto em ruas de terra, e nos casos em que há previsão de prolongamento de rede, quando deve-se usar PI ou PV.

Ligações Prediais de Esgoto

As ligações prediais de esgoto dos domicílios serão constituídas de ramais e inspeção no passeio. O ramal predial situado no trecho entre a rede coletora no arruamento e a inspeção no passeio, aqui denominado de ramal externo, será constituído de tubo de PVC, tipo para esgoto, ponta e bolsa com junta elástica, (Junta elástica ou outras marcas similares), que atendam as Normas: NBR 7.362, NBR 10.569 e NBR 10.570, ponta e bolsa, junta integrada (JEI), no diâmetro de 100 mm. Para a inspeção no passeio foi adotado o TIL Ligação Predial (Junta elástica ou similar), BBB JEI no diâmetro de 100 mm. O ramal predial externo deverá ser assentado com uma declividade mínima de 2% (0,02 m/m).

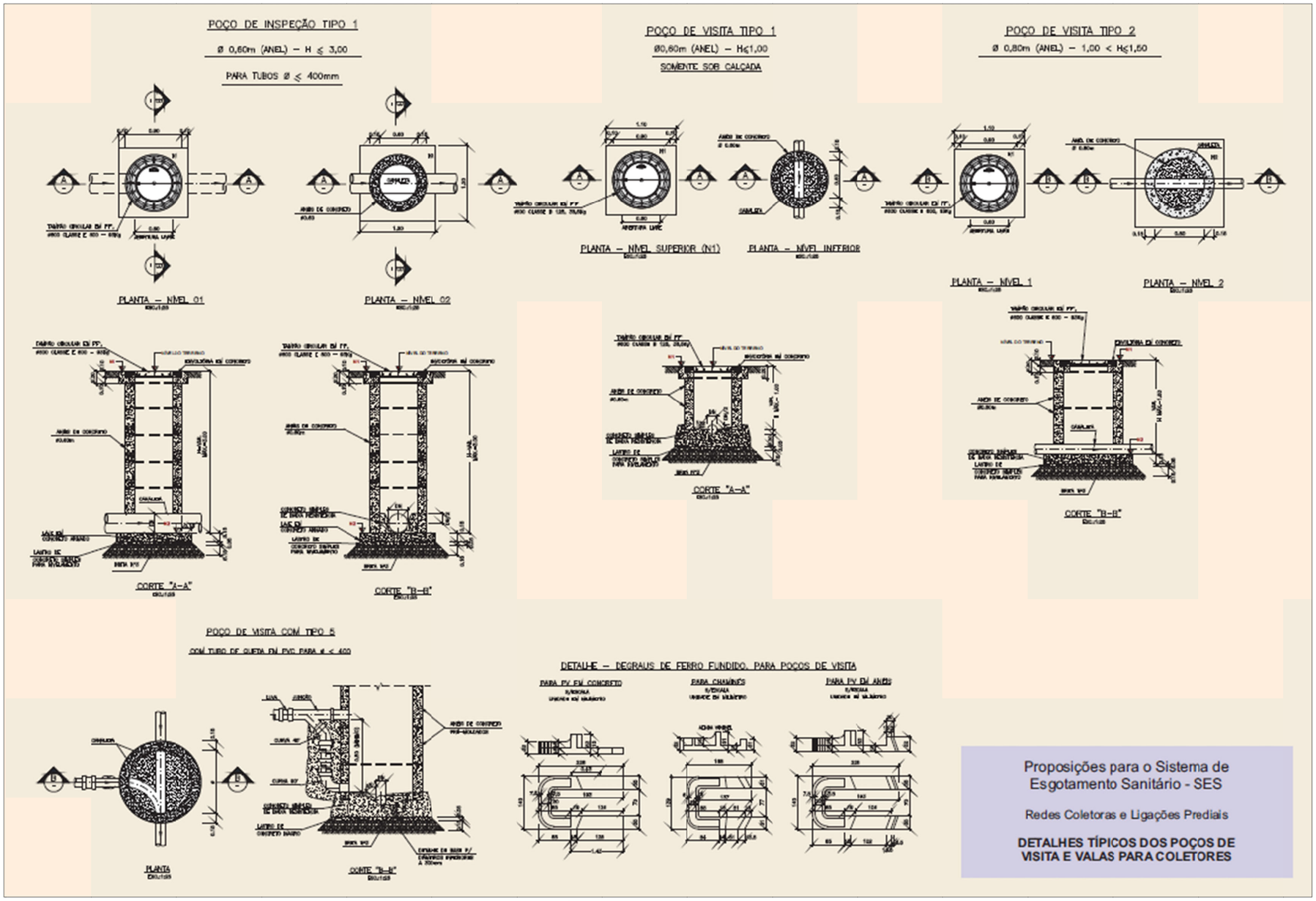


Figura 101: Detalhes típicos dos poços de visita e valas para coletores

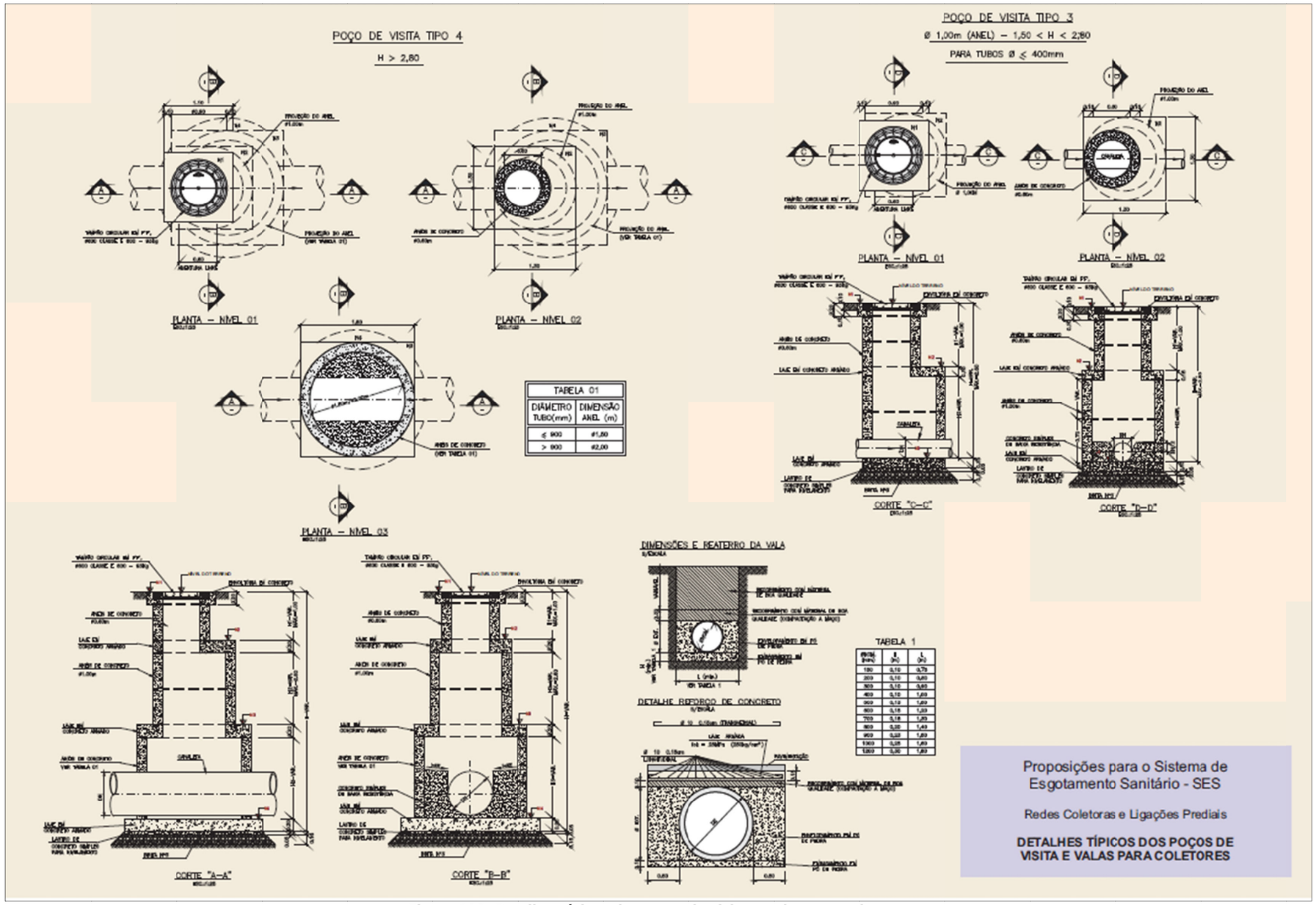
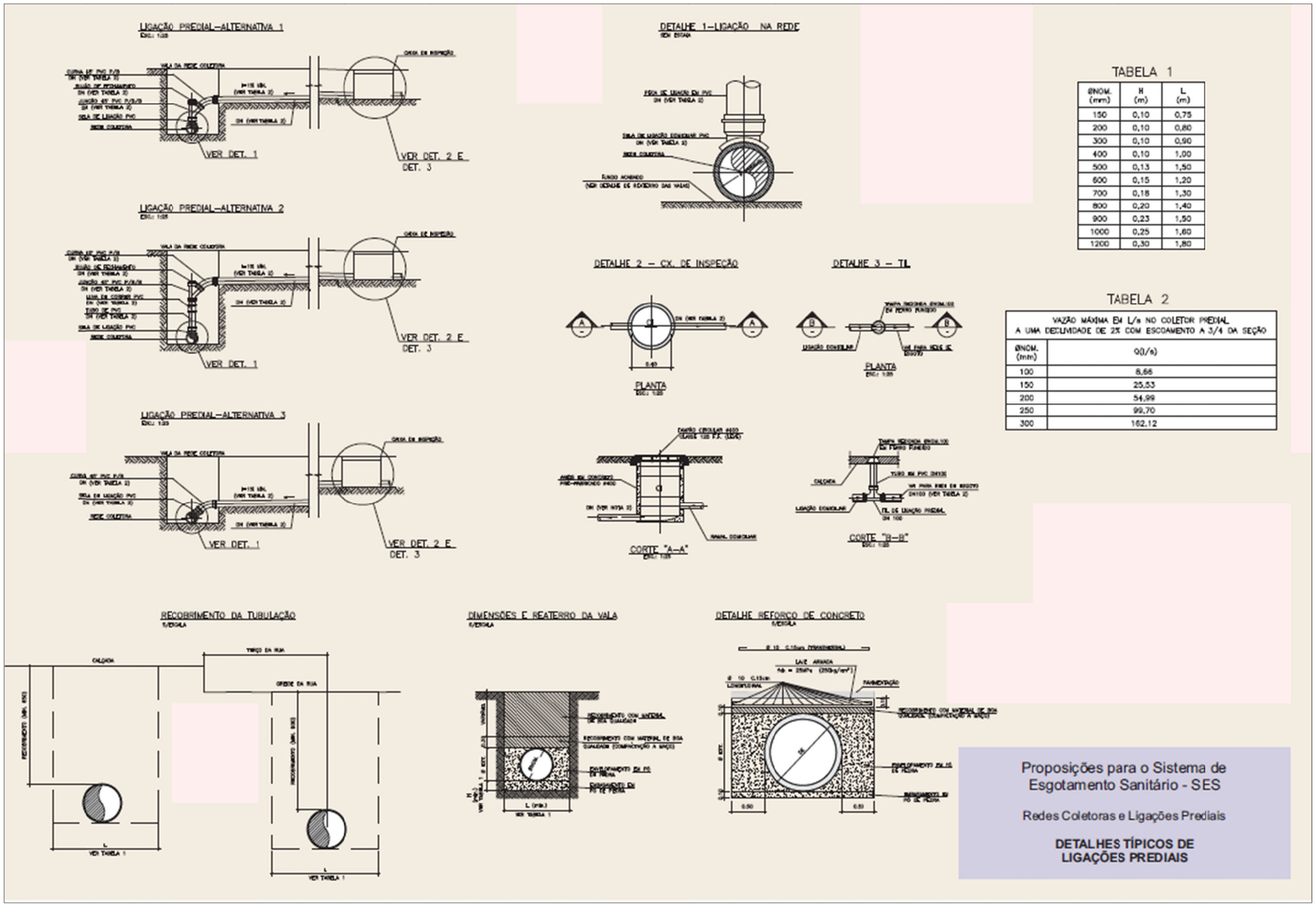


Figura 102: Detalhes típicos dos poços de visita e valas para coletores



ØNOM. (mm)	H (m)	L (m)
150	0,10	0,75
200	0,10	0,80
300	0,10	0,90
400	0,10	1,00
500	0,13	1,50
600	0,15	1,20
700	0,18	1,30
800	0,20	1,40
900	0,23	1,50
1000	0,25	1,60
1200	0,30	1,80

ØNOM. (mm)	Q(l/s)
100	8,66
150	25,53
200	54,99
250	99,70
300	162,12

Figura 103: Detalhes típicos de ligações prediais

b) Execução das Obras de Construção de Redes Coletoras e Ligações Prediais de Esgoto

Em complementação aos assuntos anteriormente apresentados, abordamos neste item os métodos construtivos dos principais serviços que compõem as obras destinadas à implantação das Redes Coletoras e Ligações Prediais de Esgoto.

Para melhor clareza, os serviços foram subdivididos em grupos, visando-se enfocar métodos construtivos em conformidade com as sequências de desenvolvimento dos trabalhos, para que estes se constituam em textos complementares e informativos dos processos a serem empregados na realização dos serviços.

Assim sendo, a metodologia executiva a seguir apresentada foi subdivida em:

- Serviços Preliminares;
- Movimento de Terra;
- Escoramentos;
- Esgotamentos;
- Fundações e Estruturas;
- Assentamento;
- Pavimentação.

b.1. Serviços Preliminares

Para o empreendimento em evidência, estão sendo previstos os seguintes serviços preliminares de trânsito e segurança, passadiços e travessias e, por fim, sustentação de estruturas. A seguir descrevem-se os serviços preliminares:

Trânsito e Segurança

Dentro do escopo deste tópico está prevista a instalação de tapumes contínuos com ou sem iluminação de segurança e sinalização de trânsito, para as obras do Interceptor.

Com relação às sinalizações de trânsito, objetivando expor as diretrizes a serem seguidas no que concerne à segurança das vias, a seguir encontram-se destacados os principais aspectos referentes ao sistema a ser implantado nas obras do Interceptor.

Sinalização Educativa

Destina-se ao envio de instruções ou informações de segurança, com apelos que se relacionam a medias de ordem, arrumação e limpeza, sendo distribuída nos locais de fácil visualização e de uso coletivo.

Sinalização de Tráfego

A sinalização de tráfego destina-se à regulamentação e advertência no que se refere ao tráfego de veículos nas vias de circulação onde serão desenvolvidas as obras.

Os modelos a serem utilizados corresponderão aos definidos pela legislação vigente e aprovada em todo o território nacional.

Em se tratando de obras urbanas, a sinalização torna-se fundamental, para os padrões de segurança se estendam aos motoristas e transeuntes que se encontrarem em regiões circunvizinhas às mesmas, conscientizando-se da sua existência e das interferências provocadas, o que contribuirá para que a circulação se dê com índice muito reduzido de riscos.

Tapumes de Proteção

Serão utilizadas para isolar a faixa de implantação do Interceptor, com exceção dos trechos em local isolado.

Serão revestidos com chapas de madeira compensada, dispostas de tal forma que fiquem encostadas no solo e impeçam a passagem de detritos e terra, para fora do local de trabalho.

Os tapumes serão pintados externamente de branco, podendo ser aplicada caiação, para facilitar a manutenção e baixar o custo. A manutenção ocorrerá periodicamente de forma a garantir a sua permanente limpeza e visibilidade.

Em função das características do trecho em obras, os tapumes serão acompanhados de dispositivos luminosos de luz fixa, caracterizados por baldes plásticos na cor vermelha, abrigando uma lâmpada colocada no seu interior, e dispostos longitudinalmente ao tapume.

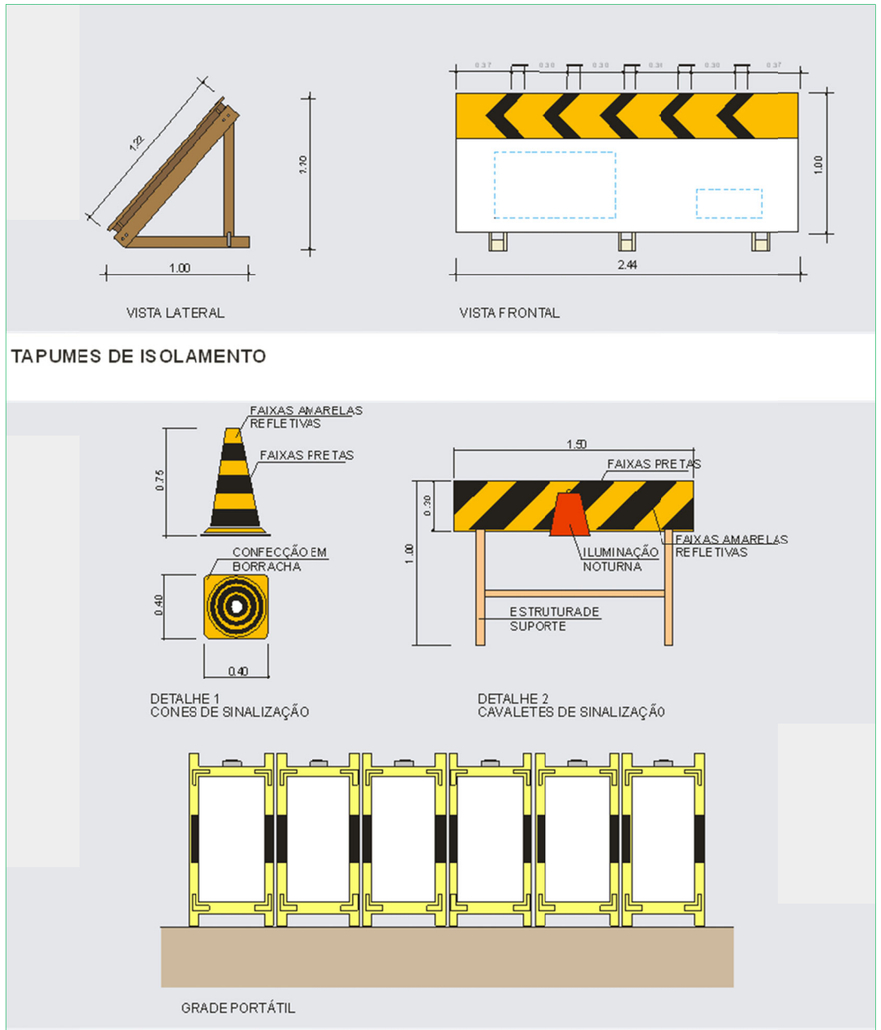


Figura 104: Sinalização Viária – 01/02

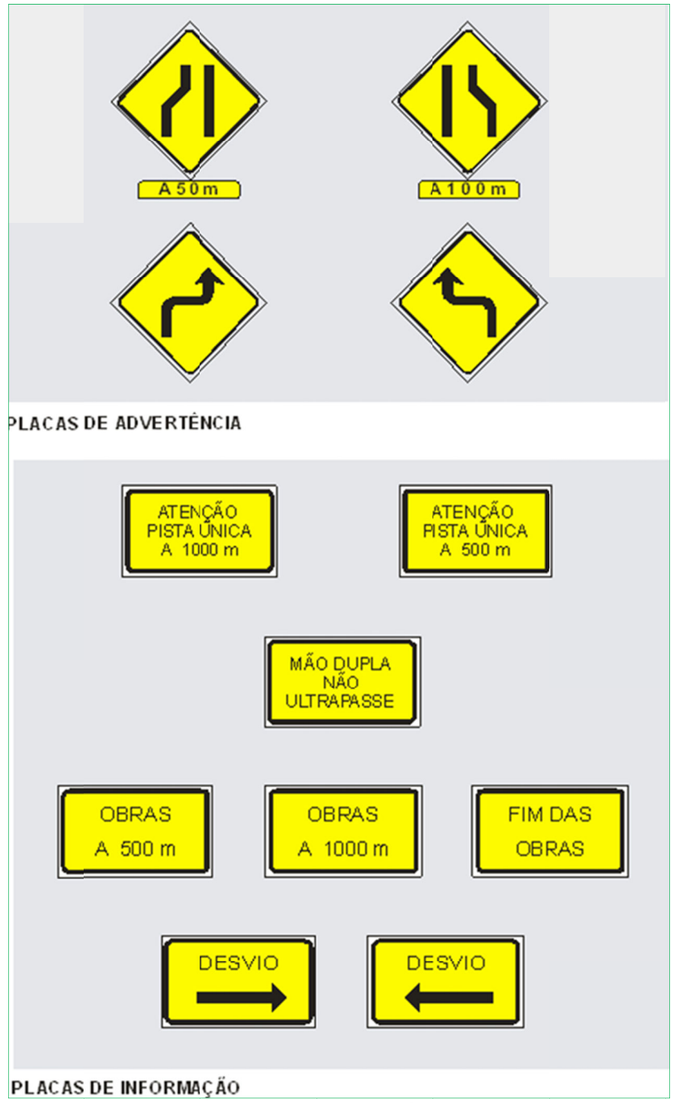


Figura 105: Sinalização Viária – 02/02

Passadiços e Travessias

Terão por finalidade permitir a movimentação de veículos e pedestres, quer nas passagens bloqueadas pela abertura de valas, quer nos cruzamentos de rua, mantendo-se assim contínuo o fluxo dos mesmos.

Os passadiços para pedestres serão de madeira. As travessias serão em madeira ou executadas em chapas de aço, com espessura de 5/8", com módulos de 1,50 x 1,00 m.

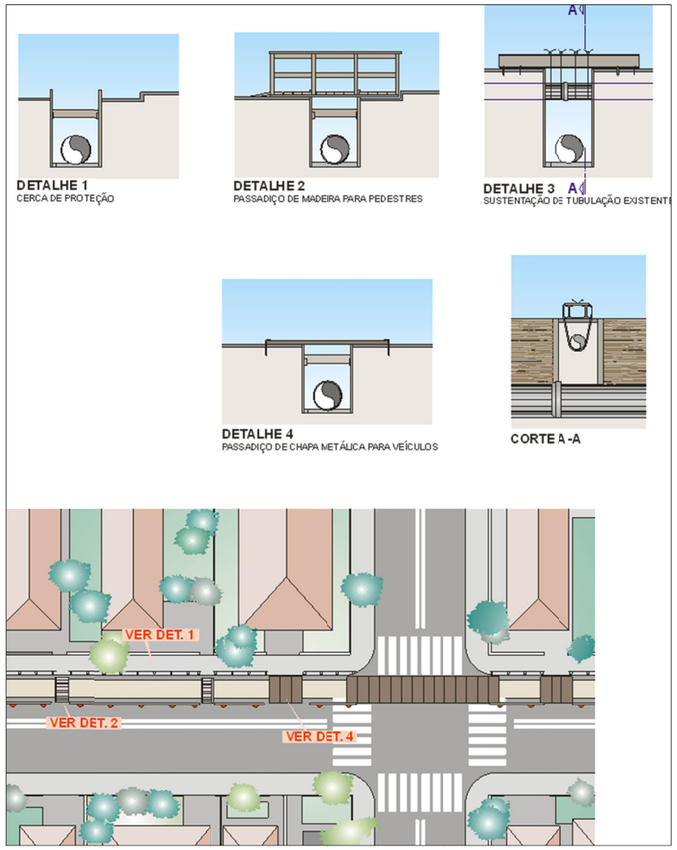


Figura 106: Passadiços e Travessias

Sustentação de Estruturas

Os trabalhos referentes à sustentação de estruturas abrangerão: o escoramento de postes, a sustentação de tubulações existentes, por meio de pranchas de madeira (peroba), e a sustentação de tubulações existentes com perfis metálicos.

A execução destes trabalhos se dará em função de projetos específicos a serem elaborados para cada caso em particular, com base nos requisitos técnicos constantes das Especificações Técnicas da Concessionária.

b.2. Movimento de Terra

O movimento de terra necessário às obras em evidência abrangerá a execução dos seguintes serviços:

- Escavação de Valas e Cavas;
- Reaterro Compactado.

Escavação de Valas e Cavas

Compreende a execução das escavações de valas, poços e cavas, necessárias à implantação de tubulações e estruturas previstas no projeto.

Para estes serviços, serão empregadas retroescavadeiras tipo MF 86, as quais disporão o material escavado ao lado da escavação, guardando sempre que possível, a distância mínima, equivalente à da profundidade das mesmas.

Eventualmente, em função da profundidade da tubulação a ser assentada, e da cota de apoio das estruturas as escavações de valas, poços e cavas serão executadas por meio de escavadeira hidráulica e escavadeiras com "clam-shell".

❑ Reaterro Compactado

O recobrimento mínimo para o coletor a ser assentado no leito carroçável de rua pavimentada será de 1,35 m, e para as ruas não pavimentadas será de 1,45 m. No passeio o recobrimento mínimo será de 1,05 m. Em regiões planas e de nível do lençol freático alto, podem ser adotados os recobrimentos de 1,05, 1,25 e 0,75 m, respectivamente para coletores em ruas pavimentadas, não pavimentadas e no passeio. Recobrimentos menores devem ser justificados.

A execução do reaterro das valas ou cavas se dará lançando-se o material manualmente e/ou com auxílio da caçamba frontal da retroescavadeira.

A compactação da camada de material de reaterro será efetuada por meio de compactador manual tipo soquete pneumático, atingindo o grau de compactação especificado.

No caso de reaterro com solos argilosos, serão utilizados materiais com umidade próxima da umidade ótima. Esses serão espalhados em camadas não superiores a 15 cm de material solto e serão compactadas com soquetes manuais pneumáticos, de forma simultânea em ambos os lados da estrutura.

No caso de se empregar areia, a compactação se dará com a saturação hidráulica do material seguida de compactação por meio de vibração, obtida com auxílio de placas vibratórias.

b.3. Escoramentos

Serão constituídos pelas estruturas de escoramento de madeira e pelas estruturas de escoramentos metálico/madeira, conforme exposto a seguir.

Precauções serão tomadas na colocação das estroncas, observando-se para que estas fiquem perpendiculares ao plano do escoramento.

Para evitar a sobrecarga no escoramento, o material escavado será colocado a uma distância da vala equivalente à sua profundidade, como já salientado no item escavação de valas.

No caso do aparecimento de trincas laterais à vala, e penetração de água, a área afetada será impermeabilizada com asfalto.

Nos trechos onde foram encontradas tubulações transversais ao eixo da vala, e que não serão removidas, será feito o escoramento destas utilizando-se pontaletes junto às bolsas.

❑ Estruturas de Escoramento de Madeira

O tipo de escoramento a ser executado, será definido pelo projeto, sendo, no entanto, observado que toda escavação de valas com profundidade superior a 1,50 m, em locais onde não for possível a implantação de taludes, receberá o escoramento necessário, que poderão ser dos seguintes tipos:

- Escoramento em Pontaleteamento;
- Escoramento Descontínuo;
- Escoramentos Contínuos;
- Escoramentos Especiais.

Escoramento em Pontaleteamento

Consistirá na contenção das paredes laterais da vala utilizando tábuas de pinho de 1"x 12", cravadas no fundo da vala, com espaçamento médio de 1,00 m, contado de eixo a eixo. O travamento transversal será feito com estroncas de eucalipto de diâmetro igual a 16 cm, colocadas transversalmente à vala, com espaçamento vertical máximo de 1,50 m, contando de eixo a eixo.

Escoramento Descontínuo

Este processo conterá as paredes laterais da vala utilizando-se tábuas de pinho de 1"x 12", cravadas no fundo da vala e espaçadas de 30 cm. As tábuas serão travadas longitudinalmente por longarinas de peroba com 12 cm de largura e 6 cm de espessura. Estas longarinas serão colocadas paralelas ao eixo da vala, e servirão para solidarizar o conjunto, transmitindo os esforços às estroncas. O travamento transversal será feito com estroncas de eucalipto de diâmetro igual a 16 cm, com espaçamento horizontal máximo de 1,00 m, contado de eixo a eixo, espaçados verticalmente e no máximo 1,50 metros. As emendas das longarinas ocorrerão sempre sobre o eixo da tábua vertical, de forma a coincidir com o eixo da estronca.

Escoramentos Contínuos

O escoramento contínuo consistirá na contenção do solo lateral à vala ou cava, com pranchões de madeira de 22 cm de largura x 5 cm de espessura, cravados no fundo da escavação, justapostos uns aos outros, sem espaçamento entre eles. Esses pranchões serão travados horizontalmente por longarinas de madeira, contínuas, de 22 cm x 7,5 cm, espaçadas, no máximo, 1,50 m de eixo a eixo. As longarinas descarregarão seus esforços em estroncas de eucalipto, de diâmetro mínimo de 20 cm, com espaçamento horizontal de 1,00 m e vertical de 1,50 m, a contar do eixo.

O emprego do tipo de escoramento, bem como dos materiais citados será definido em função do tipo de terreno, da profundidade da vala e das condições locais.

O pé da cortina de escoramento (ficha) ficará sempre em cota inferior ao leito da vala, cota essa a ser determinada pela Fiscalização, em função da natureza do terreno a escavar.

O escoramento será retirado cuidadosamente à medida em que a vala for sendo reaterrada e compactada.

O escoramento não será retirado antes do preenchimento atingir 0,60 m acima da tubulação, ou 1,50 m abaixo da superfície natural do terreno, desde que este seja de boa qualidade. Caso contrário, o escoramento somente será retirado quando a vala estiver totalmente preenchida.

Escoramentos Especiais

Neste tipo de escoramento o solo lateral à cava será contido por pranchas de peroba de 50 x 160 mm, do tipo macho e fêmea, travadas horizontalmente por longarinas de peroba de 80 x 180 mm em toda a sua extensão e estroncas de eucalipto com diâmetro de 20 cm, espaçadas 1,35 m, exceto nas extremidades das longarinas, onde as estroncas estarão a 0,40 m.

Os procedimentos a serem observados na execução dos escoramentos especiais serão semelhantes aos já expostos para os escoramentos contínuos.

❑ **Estruturas de Escoramento Metálico / Madeira**

O procedimento construtivo na qual se baseia este tipo de contenção, concebido para manter perfeita estabilidade dos paramentos, é o que os perfis metálicos verticais serão dimensionados estruturalmente, para resistirem aos esforços de flexão, sem a utilização de estroncas.

Os perfis serão cravados externamente à projeção da vala a ser escorada, espaçados de acordo com as indicações do projeto, de maneira a formar linhas externas às laterais da vala, e terão início pela cravação dos perfis metálicos, com utilização de bate-estacas.

O avanço vertical dos escoramentos se processará através de módulos, segundo a profundidade da escavação, basicamente em torno de 1,00 m, sendo que concomitantemente com a escavação feita ao longo do perímetro das paredes, serão aplicadas as pranchas de peroba, apoiadas sobre os perfis metálicos verticais, encunhadas nas abas dos mesmos, de forma a conter o maciço do terreno adjacente e servir como parede interna.

b.4. Esgotamentos

O esgotamento objetiva a manutenção do fundo das valas e cavas, isento de água livre.

Se durante a escavação ocorrer infiltrações de água, pelo lençol freático, águas de chuva que se acumularem nas valas, em quantidade que venha a dificultar os trabalhos, ou possa prejudicar a fase posterior de execução, essa água será esgotada, visando A manutenção do fundo da vala isento de água livre.

Os tipos de esgotamento a serem utilizados, quando necessários, serão os seguintes:

- Esgotamento com Bombas;
- Rebaixamento de Lençol Freático.

❑ **Esgotamento com Bombas**

Nas escavações com infiltrações de água o aprofundamento das cavas e valas será uniforme, para permitir o escoamento natural, até um local onde, no fundo das mesmas, possa ser aberto um pequeno poço e, na parte superior, colocada a bomba de esgotamento com mangotes para condução de água para fora da escavação.

Essas bombas serão acionadas por motor elétrico ou a explosão, sendo indispensável sempre, a existência de unidades de reserva, prontas para serem utilizadas e equipadas com mangotes, crivos e válvulas de retenção.

❑ **Rebaixamento do Lençol Freático**

Quando houver necessidade de evitar infiltração de água nas cavas ou valas, proceder-se-á o rebaixamento do lençol freático até abaixo do fundo das mesmas.

Para tal serão utilizados tubos de sucção (ponteiras) cravados com jato de água ou colocados em furos abertos com trado. Esses tubos serão ligados a um tubo de sucção que, por sua vez será ligado à bomba (acionada preferencialmente por motor elétrico).

O funcionamento contínuo e por maior tempo, ocasionará o gradativo rebaixamento do lençol aquífero, em faixa paralela ao longo da vala, ou em volta da cava, abaixo da cota do fundo as mesmas.

No caso de a infiltração ser contínua e em grande volume, é indispensável que o esgotamento seja procedido continuamente, inclusive à noite, para evitar que durante o período de interrupção dos trabalhos de escavação, a água se acumule em quantidade demasiada.

O espaçamento entre as ponteiras, bem como o seu cumprimento, a cota do coletor, o número de bombas, a distância entre elas, o número de estágios etc., serão estipulados em consenso com a Fiscalização, sendo que estes poderão ser alterados durante a execução do rebaixamento, a fim de que os mesmos sempre apresentem um rendimento apto à consecução do objetivo.

O material filtrante dos poços e a abertura das malhas das ponteiras atenderão às condições de granulometria do terreno, evitando o arrastamento de partículas finas do solo, impedindo, assim, eventuais recalques dos terrenos vizinhos.

O sistema terá bombas de reserva, de modo a tornar a operação contínua durante as 24 horas do dia, sendo mantidas prontas para funcionamento, geradores diesel, com potência compatível para atender a eventual falha no fornecimento de energia elétrica.

b.5. Fundações e Estruturas

A execução dos lastros para tubulações será empreendida de forma manual, em conformidade com as exigências contidas nas Especificações Técnicas do Projeto.

Compreenderão a execução dos seguintes serviços:

- Lastro para Tubulações;
- Poços de Visita.

Lastros Para Tubulações

O leito das valas será revestido com lastro, para apoio dos tubos, a ser definido no Projeto.

Lastro de Areia

Será empregada areia grossa que apresente um grau de compacidade relativa de 50%. A espessura do lastro será igual a 20 cm.

Lastro de Pedra Britada

Para assentamento de tubulação, serão executadas duas camadas: a primeira, de brita nº 3, com espessura de 10 cm, e a segunda, de brita nº 2, também com 10 cm de espessura.

Lastro de Concreto Não Estrutural

A execução deste tipo de lastro atenderá onde couber os procedimentos discorridos mais adiante para as estruturas de concreto armado. A execução do lastro, propriamente dita, será em camada única de 11 cm, conformada por fôrmas de madeira e adequadamente vibrada.

Poços de Visita

Os poços em anéis pré-moldados de concreto terão diâmetro interno variando em função das profundidades definidas no projeto, e serão dotados de uma chaminé com altura também variável. Os anéis serão adquiridos de empresas fornecedoras de elementos pré-fabricados em concreto, sendo que os mesmos estarão em conformidade com os detalhes do projeto, Especificações Técnicas do Projeto e Normas Técnicas vigentes.

b.6. Assentamento

Os tubos de PVC Rígido, serão transportados, manuseados e empilhados tomando-se medidas especiais para evitar choques que possam afetar a integridade dos materiais.

Os tubos serão alinhados ao longo da vala, do lado oposto ao do material escavado, ou sobre este, em plataforma devidamente preparada, quando não for possível a primeira solução.

Antes da descida dos tubos para a vala, estes serão examinados, verificando-se a existência de algum defeito, sendo esta, nesta fase, isenta de areia, pedras, detritos e materiais e até mesmo de ferramentas esquecidas, pelos operários. Qualquer defeito encontrado será assinalado a tinta com marcação bem visível do ponto defeituoso, e a peça defeituosa somente será utilizada se for possível o seu reparo no local. Sempre que se interromper os serviços de assentamento, as extremidades do trecho já montado, serão fechadas com um tampão provisório, evitando-se assim, a entrada de corpos estranhos, ou pequenos animais.

A descida dos tubos na vala será feita lentamente para facilitar o alinhamento dos tubos através de um eixo comum, segundo o greide da tubulação.

Serão adotados gabaritos de madeira para verificação da perfeita metragem entre dois tubos adjacentes.

Nos trabalhos de alinhamentos e ajustamento da tubulação serão admitidas bases provisórias em madeira para calçar a tubulação.

Uma vez alinhas e ajustados os dois tubos adjacentes no interior da vala, eles serão calçados com um primeiro apiloamento de terra selecionada isenta de pedras soltas ou de outros corpos estranhos.

Para montagem das juntas elásticas serão seguidos os seguintes procedimentos:

- Limpeza cuidados do interior da bolsa e da ponta dos tubos, utilizando-se estopa comum;
- Introdução de anel no sulco da bolsa;
- Marcação de profundidade da bolsa na ponta do tubo;
- Aplicação da pasta lubrificante no anel de borracha e na ponta do tubo;
- Introdução da ponta chanfrada do tubo até o fundo da bolsa, recuando-se em seguida 2 milímetros, tendo-se como referência a marca na ponta do tubo.
- Em seguida a ponta do tubo será chanfrada a 45º de modo a facilitar a penetração no anel de borracha da bolsa, cuidando-se para que não fique chanfro cortante ou com rebarbas.
- Antes da montagem, as pontas e as bolsas serão limpas, notadamente a região onde irá se alojar o anel de borracha.
- A montagem das juntas nas tubulações de ferro fundido será feita segundo os seguintes procedimentos:
  - Verificação da existência de chanfro na ponta do tubo, e a conformidade desta mesma ponta, que não será desuniforme, nem demasiadamente fina e sem lubrificação;
  - Marcação de um traço de referência, com giz, em toda a circunferência do tubo, indicando o comprimento da ponta do tubo a ser introduzida, de forma a deixar uma folga de 10 mm entre o fundo da bolsa e a ponta do tubo, após a montagem da junta;
  - Aplicação de lubrificante na superfície do anel que está em contato com a ponta do tubo quando da penetração deste, e na ponta do tubo, após a limpeza e até os traços de referência;

- Manutenção do alinhamento e nivelamento do tubo, introduzindo sua ponta na bolsa do tubo contíguo até encostar no anel de borracha, verificando-se que a ponta do tubo esteja bem centrada;
- Encaixe da ponta do tubo no fundo da bolsa do tubo contíguo, mantendo-se o seu alinhamento, verificando-se o comportamento do anel de borracha, bem como evitando o contato metal contra metal entre os tubos, assegurando a flexibilidade da junta;
- Sempre que um tubo for montado, o mesmo será coberto com terra, deixando-se somente as bolsas descobertas, a fim de ser verificada a estanqueidade da tubulação;
- Será introduzida uma pequena lâmina metálica entre a ponta do tubo e a bolsa, até que esta atinja o anel de borracha, sendo verificada nesta operação se em todos os pontos ao longo da circunferência, a profundidade de penetração da lâmina metálica é uniforme.

b.7. Pavimentação

No âmbito dos trabalhos associados à pavimentação estão sendo previstos os seguintes serviços principais:

- Recomposição de Pavimentação Asfáltica;
- Recomposição de Pavimentação em Blocos de Concreto;
- Recomposição de Passeios Cimentados.

❑ Recomposição de Pavimentação Asfáltica

O revestimento com concreto asfáltico será utilizado para recompor o pavimento das vias públicas ou áreas onde o mesmo foi removido para a execução das obras, de modo a restituir as condições originais.

Os serviços de repavimentação atenderão às Especificações Técnicas da Prefeitura, e em comum acordo entre a ORBIS AMBIENTAL e a Fiscalização.

O concreto asfáltico será composto por brita, pedrisco, areia e asfalto, nas dosagens determinadas em laboratório, obtidas através de graduação granulométrica dos materiais indicados pelo projeto.

A mistura será usinada a quente, obtida em usinas instaladas próximo à região das obras.

Durante a usinagem e a aplicação do concreto asfáltico, será feito um controle rigoroso de qualidade, com ensaios constantes do traço e medidas de temperatura, feitas pela equipe do laboratório.

Concluídos os trabalhos de reaterro compactado e estando liberada a caixa pela Fiscalização, será executada a reposição da sub-base.

O revestimento com concreto asfáltico terá início após a imprimação impermeabilizante da área a ser recomposta. Esta imprimação será feita com material asfáltico, espargido de forma uniforme sobre a base, a uma temperatura indicada nas especificações. Decorrido o tempo necessário para penetração do material impermeabilizante, será executada a pintura de ligação, composta por material asfáltico diluído em uma determinada taxa de água.

A aplicação do concreto asfáltico será feita manualmente, tendo em vista as dimensões das áreas a serem recompostas, sendo que a camada de pavimento terá a espessura final indicada nas especificações.

A superfície e a espessura do revestimento será uniforme e manterá a mesma inclinação do pavimento original.

As juntas com o pavimento existente serão executadas cuidadosamente de forma a evitar futuras trincas ou infiltrações.

A compactação do revestimento será feita logo em seguida ao lançamento, utilizando-se rolos lisos do tipo CG 11.

Cuidados especiais serão tomados com relação ao espalhamento do concreto asfáltico, procurando sempre evitar a segregação dos materiais de maior diâmetro.

Nas juntas com o pavimento existente, será feita uma sobreposição com material fino, em uma faixa com largura de 15 cm, conservando-se a inclinação da via existente, empregando-se réguas de nivelamento.

- **Recomposição de Pavimentação em Blocos de Concreto**

As operações de assentamento dos blocos intertravados de concreto, somente serão iniciadas após a conclusão dos serviços de drenagem e preparo das camadas subjacentes especificadas pelo projeto, executada de acordo com as respectivas instruções de execução.

Os blocos de concreto serão assentados sobre uma camada de areia ou pó-de-pedra, com espessura indicada nos projetos executivos.

O assentamento será iniciado com uma fileira de blocos dispostos na direção da menor dimensão da área a pavimentar, a qual servirá como guia para melhor disposição das peças.

O arremate com alinhamento existente ou com superfícies verticais será feito com o auxílio de peças cortadas em forma de ½ ou ¾ de bloco.

O rejuntamento dos blocos de concreto, será executado com areia fina, espalhada em uma camada de cerca de 2 cm de espessura sobre todo o pavimento, sendo forçada a penetração da mesma nas juntas com o auxílio de vassourões. Uma vez varrido o excesso de areia, será utilizado rolo compactador liso e/ou placas vibratórias para compressão do pavimento.

- **Recomposição de Passeios Cimentados**

Os passeios serão executados na espessura e largura determinada em projeto. Sua execução compreende a abertura de caixa, regularização com material importado ou remoção do material excedente, compactação e concretagem em acabamento desempenado.

O concreto simples a ser empregado será aplicado diretamente sobre o solo compactado ou sobre lastro de pedra britada.

O concreto usinado proveniente dos concreteiros será lançado diretamente dos caminhões betoneira, em panos alternados, e o espalhamento será realizado manualmente.

A seu adensamento se processará com o emprego de réguas vibratórias ou vibradores de placa e o acabamento da superfície será desempenado e sem irregularidades. Para se evitar trincas e fissuras nos passeios de concreto, serão executadas grades de dimensões regulares e juntas de madeira alinhadas.

2.c) Interceptores e Emissários

2.c) Interceptores e Emissários

O sistema de afastamento de esgoto é normalmente constituído por interceptores e emissários.

No caso do Município de Campos Altos, o sistema proposto se apresenta sob a forma descrita a seguir, através dos seguintes tópicos:

- Proposição de Soluções para os Problemas Críticos;
- Apresentação de Critérios de Dimensionamento;
- Relação e Localização das Unidades que serão Utilizadas no Sistema de Esgotamento Sanitário;
- Descrição Física das Unidades que serão Utilizadas no Sistema de Esgotamento Sanitário.

2.c.1. Proposição de Soluções para os Problemas Críticos

O Sistema de Esgotamento Sanitário de Campos Altos tem o mérito de atender praticamente a totalidade da população urbana, o que sem dúvida é uma situação encontrada em poucos municípios brasileiros. Isso atende à primeira função de um sistema de esgotos, que é a função sanitária. A avaliação desse sistema mostra, entretanto, que há problemas ambientais, mais especificamente de poluição de cursos d'água, em função da ausência de interceptores e de estação de tratamento de esgoto, sendo feito o lançamento "in natura" no Ribeirão Santa Teresa.

Figura 107: Lançamento de Esgoto no Ribeirão Santa Teresa

Figura 108: Ponto de Lançamento de Esgoto no Ribeirão Santa Teresa

No caso dos Interceptores e Emissários, verifica-se a necessidade de implantação dessas unidades, principalmente ao longo das margens do Ribeirão Santa Teresa, para interceptar o lançamento direto no curso d'água e conduzir o efluente bruto até a unidade de tratamento de esgoto.

Além dessas soluções, para o Sistema de Afastamento, as proposições abrangerão a atualização do cadastro, a partir das informações existentes e levantamentos complementares de campo.

O cadastro possibilitará gerenciar a operação do sistema, na medida em que permite a fácil localização de todos os componentes, descritos por suas características básicas, tais como: material, diâmetro, profundidades e declividade. Possibilita também executar de forma mais adequada às operações de gerenciamento e planejamento do sistema.

Além disso, com o cadastro devidamente atualizado, será possível elaborar um modelo hidráulico do sistema de esgotos, o qual por meio de simulações pode identificar regiões mais críticas de operação do sistema.

Para a adequada gestão da operação e manutenção do sistema, será implementado um Programa de Operação e Manutenção. Esse referido programa estabelecerá uma rotina de manutenções preventivas e de controle operacional que poderá assegurar ao sistema uma funcionalidade eficiente e segura.

Será providenciada a substituição dos trechos de interceptores existentes com tubulação em estado precário de uso e a limpeza corretiva dos entupimentos nas tubulações de esgoto.

A correção dos lançamentos de águas pluviais domiciliares na rede coletora refletirá também nos Interceptores e Elevatórias, e a rotina de manutenções preventivas no Sistema de Afastamento de Esgotos auxiliará na averiguação e correção de intrusão dessas águas.

2.c.2. Apresentação dos Critérios de Dimensionamento

De acordo com a norma NBR 12.227/1992, coletores-tronco e interceptores são canalizações cuja função principal é receber e transportar o esgoto sanitário coletado, e caracterizado pela defasagem das contribuições, da qual resulta o amortecimento das vazões máximas.

Segundo a norma NBR 9.649 (1986), o Emissário é a tubulação que recebe o esgoto exclusivamente na extremidade de montante. Contudo, NETTO (2002) descreve o emissário como o conduto final de um sistema de esgoto sanitário, destinado ao afastamento dos efluentes para o ponto de lançamento.

Feitas essas considerações preliminares, são apresentados a seguir os critérios de dimensionamento utilizados para o Sistema de Afastamento de Esgoto do Município de Campos Altos.

Todos os estudos que resultaram no Plano de Trabalho proposto para o Sistema de Afastamento foram fundamentados pelas normas a seguir, considerando-se que as definições do Período de Projeto e Projeção Populacional, já foram apresentadas nesta Proposta Técnica:

- NBR 9.649: Projetos de Rede Coletora de Esgoto Sanitário da ABNT;
- NBR 12.207: Projeto de Interceptores de Esgoto Sanitário da ABNT;
- NBR 12.208: Projeto de Estações Elevatórias de Esgoto Sanitário da ABNT.

2.c.2.1. Critérios para o Dimensionamento Hidráulico

Nos dimensionamentos das unidades em questão foram empregados os seguintes critérios:

Vazões

Para todos os trechos dos Coletores-Tronco, Interceptores e Emissários foram estimadas as vazões inicial e final (Qi e Qf), considerando sistema separador absoluto. O menor valor da vazão em qualquer trecho deverá ser de 1,5 L/s.

O cálculo das vazões inicial (Qi) e final (Qf) para o dimensionamento de Coletores-Tronco, Interceptores e Emissários de esgotos seguiu as seguintes expressões:

$$Qi = K2.Qi + Qinf.i + \sum Qci$$

$$Qf = K1.K2.Qf + Qinf.f + \sum Qcf$$

Onde:

- Qi: Vazão máxima inicial (L/s)
- Qf: Vazão máxima final (L/s)
- K1: Coeficiente de máxima vazão diária
- K2: Coeficiente de máxima vazão horária
- Qi: Vazão média inicial (L/s)
- Qf: Vazão média final (L/s)
- Qinf.i: Vazão de infiltração inicial (L/s)
- Qinf.f: Vazão de infiltração final (L/s)
- Qci: Vazão concentrada ou singular inicial (L/s)
- Qcf: Vazão concentrada ou singular final (L/s)

Inexistindo dados locais comprovados, podem ser adotados os seguintes coeficientes:

- Coeficiente de retorno (C): 0,8
- Coeficiente de máxima vazão diária (K1): 1,2
- Coeficiente de máxima vazão horária (K2): 1,5
- Taxa de contribuição de infiltração (TI): 0,15 L/s.km

Declividade Mínima

Para garantir a autolimpeza, cada trecho da rede deverá ter uma tensão de arraste média igual ou superior a 1 Pa, calculada para vazão inicial (Qi). A declividade mínima que satisfaz essa condição pode ser determinada pela expressão aproximada:

$$Imin = 0{,}0055.Qi^{-0{,}47}$$

Onde:

- Imin = declividade mínima m/m;
- Qi = vazão inicial.

A equação da declividade mínima é válida para o coeficiente de Manning: n = 0,013.

Declividade Máxima

A máxima declividade admissível é aquela para a qual se tenha velocidade na tubulação igual a 5 m/s para a vazão final (Q_f) e pode ser obtida pela expressão aproximada:

$$Imax = 4{,}65.Qi^{-0{,}67}$$

Onde:

- Imáx = declividade máxima, m/m;
- Qf = vazão final.

Velocidade Crítica

Para vazão final (Qf) deve ser calculada a velocidade crítica através da seguinte expressão:

$$V_c = 6\ (gRh)^{1/2}$$

Onde:

- Vc = velocidade crítica, m/s;
- g = aceleração da gravidade, m/s2;
- Rh = raio hidráulico, m.

Quando a velocidade final (Vf) é superior a velocidade crítica (Vc), a maior lâmina admissível deve ser 50% do diâmetro da tubulação, assegurando-se a ventilação do trecho. Se a lâmina for superior à 50%, o diâmetro do coletor deverá ser aumentado.

Lâmina D'água

As lâminas d'água devem ser calculadas admitindo o escoamento em regime permanente e uniforme.

Lâmina Máxima

A lâmina máxima deverá ser igual ou inferior a 75% do diâmetro da tubulação, calculada para a vazão final (Qf). Nos casos de coletores existentes, poderão ser admitidas lâminas superiores ao limite y/d ≤ 0,75 (onde y = altura da lâmina e d = diâmetro do coletor), desde que os coletores não operem em carga.

Lâmina Mínima

Não se limita a lâmina d'água mínima pelo critério da tensão de arraste.

Rugosidade da Parede do Conduto

O dimensionamento hidráulico deve considerar a rugosidade das paredes internas das tubulações e para tanto deve ser adotado coeficiente de Manning de 0,013, independente do material de que for feito o coletor.

2.c.2.2. Dimensionamento das Unidades

Considerando os critérios e parâmetros anteriormente estabelecidos, a ORBIS AMBIENTAL realizou dimensionamento preliminar das unidades do Sistema de Afastamento de Esgotos.

Por se tratar de uma avaliação inicial, os cálculos feitos serão devidamente revistos por meio de modelagem hidráulica tão logo se disponha da atualização do cadastro físico das tubulações implantadas, o que permitirá ter informações mais precisas e em maior quantidade.

a) Distrito Sede

Os Interceptores e Emissários previstos estão em conformidade com a concepção proposta para o SES do Distrito Sede de Campos Altos, sendo caracterizadas pelas seguintes unidades:

Tabela 59: Interceptor I-01

CONDIÇÃO	Diâmetro (mm)	Declividade (m/m)	Vazão (L/s)	Lâmina Y/D	Raio Hidráulico (m)	Velocidade Crítica (m/s)	Velocidade (m/s)	Tensão Trativa (MPa)	Extensão (m)	Cota Montante (m)	Cota Jusante (m)
INÍCIO DE PLANO	150	0,0222	2,93	0,24	0,021	2,74	0,90	4,72	450,00	1.038,00	1.028,00
FIM DE PLANO	150	0,0222	3,42	0,27	0,023	2,86	0,90	5,16	450,00	1.038,00	1.028,00

CONDIÇÃO	EXTENSÃO (m)	Qm.in (L/s)	Qju. (L/s)	Qcal. (L/s)	D (mm)	I (m/m)	Y/D	V (m/s)	TENS. TRAT (Pa)	VEL. CRIT. (m/s)	Y (m)
INÍCIO DE PLANO	450,00	2,93	2,93	2,93	150	0,0222	0,24	0,90	4,7	2,74	0,03600
FIM DE PLANO	450,00	3,42	3,42	3,42	150	0,0222	0,27	0,90	5,2	2,86	0,04000

CONDIÇÃO	Â (rad)	S(Y) (m2)	RH (m)	F1	F2	$\left[\frac{F1-F2}{F1}\right]$ (%)	Verificação Y	Verificação V	Verificação TT	Verificação Y/D Máximo
INÍCIO DE PLANO	2,05	0,003261	0,021233	0,00026	0,00025	2,13	OK!	OK !	OK !	OK !
FIM DE PLANO	2,17	0,003783	0,023239	0,00030	0,00031	3,29	OK!	OK !	OK !	OK !

Tabela 60: Interceptor I-02

CONDIÇÃO	Diâmetro (mm)	Declividade (m/m)	Vazão (L/s)	Lâmina Y/D	Raio Hidráulico (m)	Velocidade Crítica (m/s)	Velocidade (m/s)	Tensão Trativa (MPa)	Extensão (m)	Cota Montante (m)	Cota Jusante (m)
INÍCIO DE PLANO	200	0,0035	7,33	0,43	0,045	3,98	0,58	1,59	565,00	1.029,00	1.027,00
FIM DE PLANO	200	0,0035	8,52	0,46	0,047	4,09	0,60	1,68	565,00	1.029,00	1.027,00

CONDIÇÃO	EXTENSÃO (m)	Qm.in (L/s)	Qju. (L/s)	Qcal. (L/s)	D (mm)	I (m/m)	Y/D	V (m/s)	TENS. TRAT (Pa)	VEL. CRIT. (m/s)	Y (m)
INÍCIO DE PLANO	565,00	7,33	7,33	7,33	200	0,0035	0,43	0,58	1,6	3,98	0,085
FIM DE PLANO	565,00	8,52	8,52	8,52	200	0,0035	0,46	0,60	1,7	4,09	0,092

CONDIÇÃO	Â (rad)	S(Y) (m2)	RH (m)	F1	F2	$\left[\frac{F1-F2}{F1}\right]$ (%)	Verificação Y	Verificação V	Verificação TT	Verificação Y/D Máximo
INÍCIO DE PLANO	2,84	0,012719	0,044779	0,00160	0,00160	0,14	OK!	OK !	OK !	OK !
FIM DE PLANO	2,98	0,014110	0,047325	0,00186	0,00185	0,84	OK!	OK !	OK !	OK !

Tabela 61: Interceptor I-03

CONDIÇÃO	Diâmetro (mm)	Declividade (m/m)	Vazão (L/s)	Lâmina Y/D	Raio Hidráulico (m)	Velocidade Crítica (m/s)	Velocidade (m/s)	Tensão Trativa (MPa)	Extensão (m)	Cota Montante (m)	Cota Jusante (m)
INÍCIO DE PLANO	200	0,0057	4,27	0,29	0,033	3,40	0,58	1,87	525,00	1.029,00	1.026,00
FIM DE PLANO	200	0,0057	4,96	0,30	0,034	3,47	0,63	1,95	525,00	1.029,00	1.026,00

CONDIÇÃO	EXTENSÃO (m)	Qm.in (L/s)	Qju. (L/s)	Qcal. (L/s)	D (mm)	I (m/m)	Y/D	V (m/s)	TENS. TRAT (Pa)	VEL. CRIT. (m/s)	Y (m)
INÍCIO DE PLANO	525,00	4,27	4,27	4,27	200	0,0057	0,29	0,58	1,9	3,40	0,0570
FIM DE PLANO	525,00	4,96	4,96	4,96	200	0,0057	0,30	0,63	2,0	3,47	0,0600

CONDIÇÃO	Â (rad)	S(Y) (m2)	RH (m)	F1	F2	$\left[\frac{F1-F2}{F1}\right]$ (%)	Verificação Y	Verificação V	Verificação TT	Verificação Y/D Máximo
INÍCIO DE PLANO	2,25	0,007381	0,032766	0,00073	0,00076	2,92	OK!	OK !	OK !	OK !
FIM DE PLANO	2,32	0,007927	0,034188	0,00085	0,00083	2,11	OK!	OK !	OK !	OK !

Tabela 62: Interceptor I-04

CONDIÇÃO	Diâmetro (mm)	Declividade (m/m)	Vazão (L/s)	Lâmina Y/D	Raio Hidráulico (m)	Velocidade Crítica (m/s)	Velocidade (m/s)	Tensão Trativa (MPa)	Extensão (m)	Cota Montante (m)	Cota Jusante (m)
INÍCIO DE PLANO	2,25	0,007381	0,032766	0,00073	0,00076	2,92	OK!	OK !	OK !	OK !	2,25
FIM DE PLANO	2,32	0,007927	0,034188	0,00085	0,00083	2,11	OK!	OK !	OK !	OK !	2,32

CONDIÇÃO	EXTENSÃO (m)	Qm.in (L/s)	Qju. (L/s)	Qcal. (L/s)	D (mm)	I (m/m)	Y/D	V (m/s)	TENS. TRAT (Pa)	VEL. CRIT. (m/s)	Y (m)
INÍCIO DE PLANO	660,00	10,84	10,84	10,84	250	0,0030	0,40	0,59	1,6	4,35	0,1000
FIM DE PLANO	660,00	12,61	12,61	12,61	250	0,0030	0,44	0,61	1,7	4,50	0,1100

CONDIÇÃO	Â (rad)	S(Y) (m2)	RH (m)	F1	F2	$\left[\frac{F1-F2}{F1}\right]$ (%)	Verificação Y	Verificação V	Verificação TT	Verificação Y/D Máximo
INÍCIO DE PLANO	2,74	0,018336	0,053557	0,00256	0,00261	1,77	OK!	OK !	OK !	OK !
FIM DE PLANO	2,90	0,020803	0,057367	0,00298	0,00309	3,91	OK!	OK !	OK !	OK !

Tabela 63: Interceptor I-05

CONDIÇÃO	Diâmetro (mm)	Declividade (m/m)	Vazão (L/s)	Lâmina Y/D	Raio Hidráulico (m)	Velocidade Crítica (m/s)	Velocidade (m/s)	Tensão Trativa (MPa)	Extensão (m)	Cota Montante (m)	Cota Jusante (m)
INÍCIO DE PLANO	300	0,0083	36,80	0,45	0,070	4,97	1,19	5,83	1.680,00	1.030,00	1.016,00
FIM DE PLANO	300	0,0083	42,74	0,50	0,075	5,15	1,21	6,25	1.680,00	1.030,00	1.016,00

CONDIÇÃO	EXTENSÃO (m)	Qm.in (L/s)	Qju. (L/s)	Qcal. (L/s)	D (mm)	I (m/m)	Y/D	V (m/s)	TENS. TRAT (Pa)	VEL. CRIT. (m/s)	Y (m)
INÍCIO DE PLANO	1.680,00	36,80	36,80	36,80	300	0,0083	0,45	1,19	5,8	4,97	0,1350
FIM DE PLANO	1.680,00	42,74	42,74	42,74	300	0,0083	0,50	1,21	6,3	5,15	0,1500

CONDIÇÃO	Â (rad)	S(Y) (m2)	RH (m)	F1	F2	$\left[\frac{F1-F2}{F1}\right]$ (%)	Verificação Y	Verificação V	Verificação TT	Verificação Y/D Máximo
INÍCIO DE PLANO	2,94	0,030850	0,069926	0,00524	0,00524	0,08	OK!	OK !	OK !	OK !
FIM DE PLANO	3,14	0,035343	0,075000	0,00609	0,00629	3,27	OK!	OK !	OK !	OK !

Tabela 64: Emissário Final – EF-01

CONDIÇÃO	Diâmetro (mm)	Declividade (m/m)	Vazão (L/s)	Lâmina Y/D	Raio Hidráulico (m)	Velocidade Crítica (m/s)	Velocidade (m/s)	Tensão Trativa (MPa)	Extensão (m)	Cota Montante (m)	Cota Jusante (m)
INÍCIO DE PLANO	300	0,0120	36,80	0,40	0,064	4,76	1,39	7,71	250,00	1.016,00	1.013,00
FIM DE PLANO	300	0,0120	42,74	0,43	0,068	4,90	1,46	8,17	250,00	1.016,00	1.013,00

CONDIÇÃO	EXTENSÃO (m)	Qm.in (L/s)	Qju. (L/s)	Qcal. (L/s)	D (mm)	I (m/m)	Y/D	V (m/s)	TENS. TRAT (Pa)	VEL. CRIT. (m/s)	Y (m)
INÍCIO DE PLANO	250,00	36,80	36,80	36,80	300	0,0120	0,40	1,39	7,7	4,76	0,1200
FIM DE PLANO	250,00	42,74	42,74	42,74	300	0,0120	0,43	1,46	8,2	4,90	0,1300

CONDIÇÃO	Â (rad)	S(Y) (m2)	RH (m)	F1	F2	$\left[\frac{F1-F2}{F1}\right]$ (%)	Verificação Y	Verificação V	Verificação TT	Verificação Y/D Máximo
INÍCIO DE PLANO	2,74	0,026403	0,064268	0,00437	0,00424	3,00	OK!	OK !	OK !	OK !
FIM DE PLANO	2,87	0,029361	0,068104	0,00507	0,00490	3,46	OK!	OK !	OK !	OK !

b) Distrito de São Jerônimo dos Poções

Para o Distrito em questão foi prevista a instalação de um Interceptor (I-06) que receberá o esgoto coletado pela Rede Coletora, encaminhando o mesmo até a unidade de tratamento prevista para esta localidade.

A destinação final do efluente tratado será feita por meio de um Emissário Final de Esgoto, desde a unidade de tratamento e o corpo receptor.

Tabela 65: Interceptor I-06

CONDIÇÃO	Diâmetro (mm)	Declividade (m/m)	Vazão (L/s)	Lâmina Y/D	Raio Hidráulico (m)	Velocidade Crítica (m/s)	Velocidade (m/s)	Tensão Trativa (MPa)	Extensão (m)	Cota Montante (m)	Cota Jusante (m)
INÍCIO DE PLANO	200	0,0308	2,00	0,13	0,016	2,35	0,88	4,82	1.300,00	1.036,00	996,00
FIM DE PLANO	200	0,0308	2,00	0,13	0,016	2,35	0,88	4,82	1.300,00	1.036,00	996,00

CONDIÇÃO	EXTENSÃO (m)	Qm.in (L/s)	Qju. (L/s)	Qcal. (L/s)	D (mm)	I (m/m)	Y/D	V (m/s)	TENS. TRAT (Pa)	VEL. CRIT. (m/s)	Y (m)
INÍCIO DE PLANO	1.300,00	2,00	2,00	2,00	200	0,0308	0,13	0,88	4,8	2,35	0,0250
FIM DE PLANO	1.300,00	2,00	2,00	2,00	200	0,0308	0,13	0,88	4,8	2,35	0,0250

CONDIÇÃO	Â (rad)	S(Y) (m2)	RH (m)	F1	F2	$\left[\frac{F1-F2}{F1}\right]$ (%)	Verificação Y	Verificação V	Verificação TT	Verificação Y/D Máximo
INÍCIO DE PLANO	1,45	0,002267	0,015680	0,00015	0,00014	4,20	OK!	OK !	OK !	OK !
FIM DE PLANO	1,45	0,002267	0,015680	0,00015	0,00014	4,20	OK!	OK !	OK !	OK !

Tabela 66: Emissário Final – EF-02

CONDIÇÃO	Diâmetro (mm)	Declividade (m/m)	Vazão (L/s)	Lâmina Y/D	Raio Hidráulico (m)	Velocidade Crítica (m/s)	Velocidade (m/s)	Tensão Trativa (MPa)	Extensão (m)	Cota Montante (m)	Cota Jusante (m)
INÍCIO DE PLANO	200	0,0150	2,00	0,15	0,019	2,56	0,68	2,79	100,00	996,00	994,50
FIM DE PLANO	200	0,0150	2,00	0,15	0,019	2,56	0,68	2,79	100,00	996,00	994,50

CONDIÇÃO	EXTENSÃO (m)	Qm.in (L/s)	Qju. (L/s)	Qcal. (L/s)	D (mm)	I (m/m)	Y/D	V (m/s)	TENS. TRAT (Pa)	VEL. CRIT. (m/s)	Y (m)
INÍCIO DE PLANO	100,00	2,00	2,00	2,00	200	0,0150	0,15	0,68	2,8	2,56	0,0300
FIM DE PLANO	100,00	2,00	2,00	2,00	200	0,0150	0,15	0,68	2,8	2,56	0,0300

CONDIÇÃO	Â (rad)	S(Y) (m2)	RH (m)	F1	F2	$\left[\frac{F1-F2}{F1}\right]$ (%)	Verificação Y	Verificação V	Verificação TT	Verificação Y/D Máximo
INÍCIO DE PLANO	1,59	0,002955	0,018576	0,00021	0,00021	2,37	OK!	OK !	OK !	OK !
FIM DE PLANO	1,59	0,002955	0,018576	0,00021	0,00021	2,37	OK!	OK !	OK !	OK !

2.c.3. Relação e Localização das Unidades que serão Utilizadas no Sistema de Esgotamento Sanitário

2.c.3.1. Relação das Unidades Propostas

a) Distrito Sede

Os lançamentos irregulares de esgoto "in natura" serão corrigidos e destinados ao tratamento adequado, com lançamento do efluente tratado no Ribeirão Santa Teresa, através da implantação dos Interceptores e pelo Emissário Final localizado junto à futura ETE.

Os Interceptores I-01, I-02 e I-03 deverão ser implantados ao longo da Margem Direita do Ribeirão Santa Teresa, nas Bacias de Esgotamento BE-1 e BE-4, recebendo a contribuição dos esgotos gerados nestas bacias, que serão transportados até a futura ETE.

Os esgotos oriundos das Bacias de Esgotamento BE-2, BE-3 e BE-5 serão transportados até a futura ETE através dos Interceptores I-04 e I-05, localizados ao longo da Margem Esquerda do Ribeirão Santa Teresa.

Após o tratamento realizado na Futura ETE, os efluentes são lançados em escada hidráulica para aeração e encaminhados para disposição final no Ribeirão Santa Teresa pelo Emissário Final.

A ETE prevista será implantada no Bairro Jardim Vale do Sol, em área pertencente à PMCA. A mesma contará ainda com sistema de controle de odores, devido à proximidade das residências, dos conjuntos habitacionais Francisco D. da Silva, e Joaquim Bertolino, Lázaro leite Campos e Virgílio Lopes, assim como do Bairro Jardim Vale do Sol.

Em resumo, para o Distrito Sede está sendo prevista a implantação das seguintes unidades:

⇨ Interceptores de Esgoto:

- I-01: DN = 150 mm – 450,00 m;
- I-02: DN = 200 mm – 565,00 m;
- I-03: DN = 200 mm – 525,00 m;
- I-04: DN = 250 mm – 660,00 m;
- I-05: DN = 300 mm – 1.680,00 m.

⇨ Emissário Final de Esgoto:

- EF-01: DN = 300 mm – 250,00 m.

b) Distrito de São Jerônimo dos Poções

Para esta localidade foram consideradas as seguintes unidades:

⇨ Interceptores de Esgoto:

- I-06: DN = 200 mm – 1.300,00 m.

⇨ Emissário Final de Esgoto:

- EF-02: DN = 200 mm – 100,00 m.

2.c.3.2. Localização das Unidades Propostas

A figura a seguir apresenta a localização inicialmente proposta para os Interceptores e Emissário Final de Esgoto, previstos para o SES do Distrito Sede de Campos Altos, a qual deverá ser confirmada através do aprofundamento dos estudos e da elaboração dos Projetos Executivos.

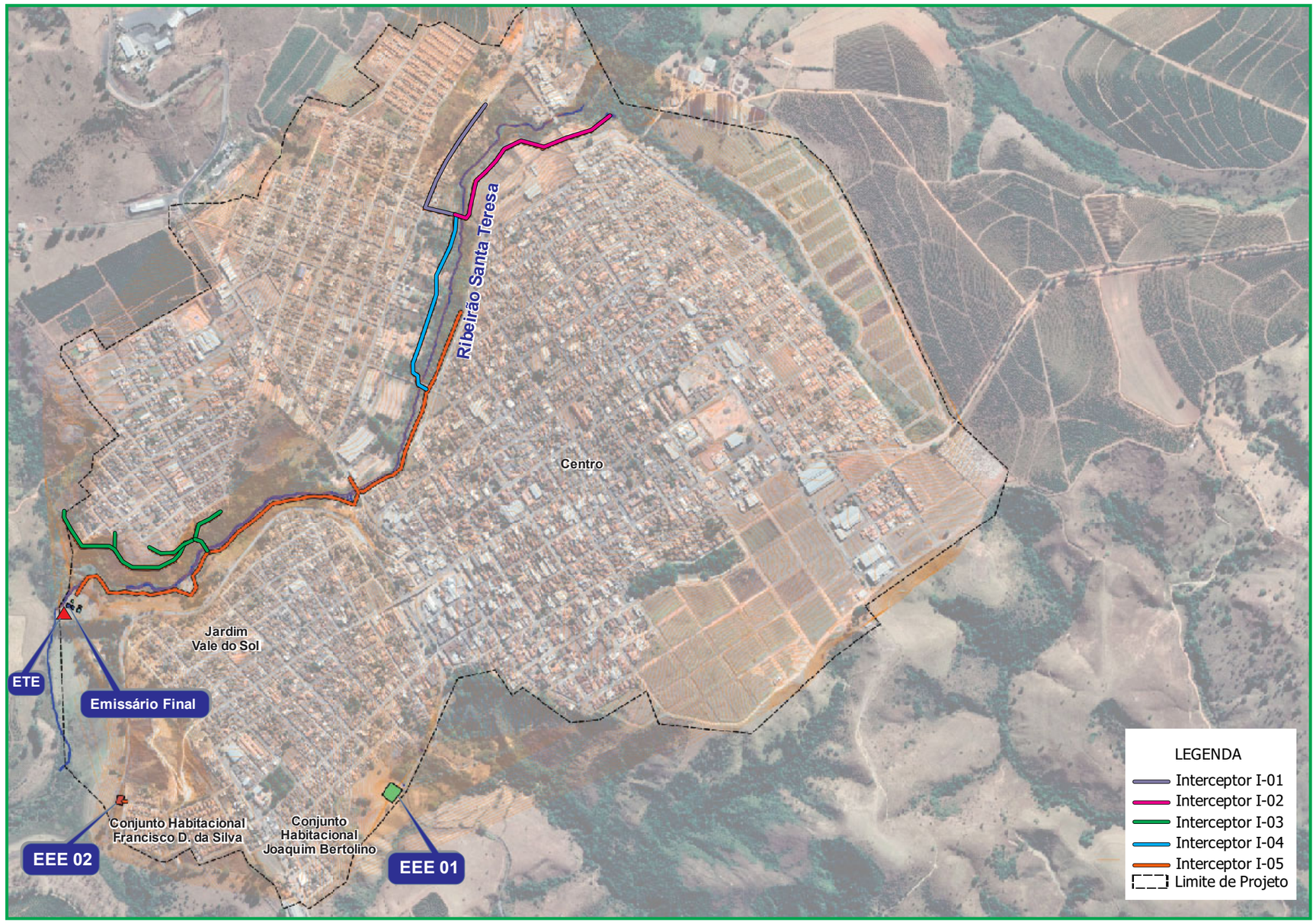


Figura 109: Localização dos Interceptores e Emissário Propostos para o Sistema de Esgotamento Sanitário de Campos Altos

A localização do Interceptor e do Emissário Final prevista para o SES do Distrito de São Jerônimo dos Poções é apresentada na figura a seguir, salientando-se tratar-se de uma proposta preliminar que deverá ser confirmada na fase de elaboração dos Estudos e Projetos.

Figura 110: Localização preliminar proposta para o Interceptor e para o Emissário Final de Esgoto previsto para o SES de São Jerônimo dos Poções

2.c.4. Descrição Física das Unidades que serão Utilizadas no Sistema de Esgotamento Sanitário

Um Sistema de Afastamento de Esgotos não admite ligações prediais, tendo como função o recebimento dos despejos conduzidos pelas redes coletoras e encaminhamento ao tratamento.

Todas as unidades existentes, ou seja, Interceptores, Coletores-Tronco e Emissários serão incorporadas do Sistema de Afastamento de Esgotos do Município de Campos Altos.

Além das unidades existentes a serem aproveitadas serão implantadas as seguintes unidades:

Tabela 67: Descrição Física das Unidades Implantadas ou Adequadas - Interceptores e Emissários

UNIDADE	SISTEMA	MATERIAL	DIÂMETRO (mm)	EXTENSÃO ESTIMADA (m)
Interceptor I-01	Sede	PVC	200	450,00
Interceptor I-02	Sede	PVC	200	565,00
Interceptor I-03	Sede	PVC	200	525,00
Interceptor I-04	Sede	PVC	250	660,00
Interceptor I-05	Sede	PVC	300	1.680,00
Interceptor I-06	São Jerônimo dos Poções	PVC	200	1.300,00
Emissário EF-01	Sede	PVC	300	250,00
Emissário EF-02	São Jerônimo dos Poções	PVC	200	100,00
TOTAL				**5.530,00**

A descrição física dos órgãos acessórios do Sistema de Afastamento de Esgotos do Município de Campos Altos se apresenta a seguir.

❑ Poços de Visita (PVs)

Com relação ao projeto de coletores tronco, interceptores e emissários, em princípio, serão evitados poços de inspeção (PIs) e terminais de limpeza (TLs). Além disso, caixas de passagem ou conexões não serão utilizadas. Será apresentada amarração, em planta, dos PVs, através de coordenadas e por triangulação, quando possível (áreas urbanizadas). Em áreas inundáveis, os tampões dos PVs serão posicionados numa cota mais alta do que a do terreno, ficando acima do nível de inundação.

Para se determinar a distância máxima entre PVs, devem ser seguidas as recomendações tabeladas, a seguir:

Tabela 68: Distância entre PVs

DIÂMETRO DO COLETOR (mm)	DISTÂNCIA MÁXIMA ENTRE PVs (m)
< 400	100
De 400 a 1200	120
	150 (para condições hidráulicas favoráveis)
> 1200	200

Conforme tabela anterior, para os interceptores que possuem diâmetro de 250 mm, deverá ser seguida uma distância máxima de 100 metros entre os PVs.

Ainda sobre o projeto, o diâmetro mínimo dos PVs deve ser:

- Para coletores com diâmetro até 450 mm: diâmetro mínimo do PV = 1,00 m;
- Para coletores com diâmetro de 500 mm a 600 mm: diâmetro mínimo do PV = 1,20 m;

- Para coletores com diâmetros maiores que 600 mm, nos PVs onde não houver contribuição, devem ser utilizados PVs- Tipo, sendo a parte inferior em concreto 1,20 x 1,20 m interno e chaminé em aduela ou alvenaria com diâmetro de 1,20 m.

Dessa forma, os Interceptores e Emissários propostos devem possuir PVs com diâmetros de 1,00 e 1,20 m.

Desníveis, entre a geratriz inferior interna do coletor e o fundo do PV, menores que 0,20 m devem ser eliminados, aprofundando-se o trecho de montante, exceto nos casos de acerto de geratrizes superiores.

Desníveis maiores que 0,50 m devem receber tubo de queda, exceto para diâmetros superiores a 300 mm, caso em que deve ser projetado PV especial, com dissipador de energia.

Só devem ser utilizados degraus, internamente aos PVs, quando o seu desnível estiver compreendido entre 0,20 e 0,65 m, exceto onde houver mudança de diâmetros. Nesses casos, devem ser niveladas as geratrizes superiores.

Devem ser indicadas todas as contribuições existentes e previstas para o período de projeto, em planta e perfil, com indicação da cota de chegada e vazão.

As interferências devem ser indicadas em planta e perfil. Em perfil devem ser indicadas as respectivas cotas. O coletor projetado deve guardar uma distância suficiente das interferências, recomendando-se 0,50 m.

Travessias

Nos projetos de esgotamento sanitário, comumente necessita-se a transposição de um obstáculo como córregos, rios, galerias de águas pluviais, adutoras, entre outros. O trecho de conduto com a finalidade de passar sobre obstáculos que não podem ser transpassados em linha reta, é denominado de travessia aérea.

Com relação às travessias de esgoto, admitiu-se que haverá necessidade dessas estruturas para os Interceptores previstos nos trechos que estes deverão cruzar o Ribeirão Santa Teresa, perpendiculares ao seu curso, na trajetória até a futura ETE.

O espaçamento entre a geratriz superior da tubulação e a cota de fundo prevista no projeto de canalização deve ser maior ou igual a 1,00 m. Nos casos onde não existirem projetos de canalização, deve ser previsto um espaçamento mínimo de 2,00 m, a partir da cota de fundo do córrego.

Travessias aéreas deverão estar acima do nível máximo de enchente verificado e devem respeitar eventuais espaços para possível tráfego ou passagem de pedestres.

A figura a seguir apresenta um exemplo de uma travessia aérea sobre curso d´água.

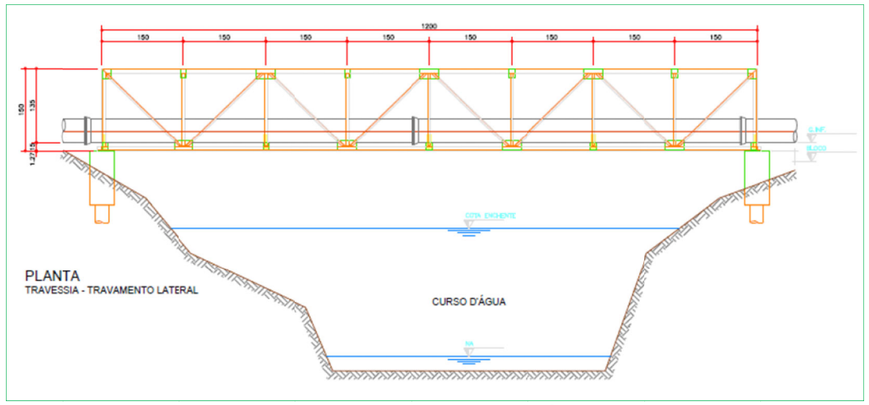


Figura 111: Travessia Aérea

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

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

O planejamento proposto para as Unidades de Tratamento de Esgoto e para as Estações Elevatórias de Esgoto previstas para o Município de Campos Altos é demonstrado através da abordagem dos seguintes tópicos:

- Proposição de Soluções para os Problemas Críticos;
- Apresentação dos Critérios de Dimensionamento;
- Descrição da Localização das Unidades que serão Utilizadas no Sistema de Esgotamento Sanitário;
- Descrição Física das Unidades que serão Utilizadas no Sistema de Esgotamento Sanitário.

2.d.1. Proposição de Soluções para os Problemas Críticos

Conforme já mencionado, o Município de Campos Altos não possui Estações de Tratamento de Esgoto.

No Distrito Sede, o Sistema de Esgotamento Sanitário é composto somente por Redes Coletoras em grande parte, porém com muitos lançamentos "in natura" no Ribeirão Santa Teresa.

No caso do Distrito São Jerônimo dos Poções, este não conta com sistema público de esgotamento sanitário, sendo que os 42 domicílios existentes possuem tratamento individual, através de fossas negras.

2.d.1.1. Relação de Problemas Críticos

Como o esgoto produzido no munícipio não é tratado, não é possível fazer qualquer avaliação da eficiência de tratamento do efluente do munícipio. A falta de tratamento por si só já caracteriza um problema crítico, uma vez que, como descrito anteriormente, despejo de efluentes sem o devido tratamento é um dos principais causadores da contaminação dos corpos d´água. O lançamento de esgoto "in natura" em mananciais superficiais provoca sério desequilíbrio no ecossistema aquático. Os efluentes não tratados poluem as águas com elementos físicos, químicos e biológicos, prejudiciais aos organismos, plantas e à atividade humana, e consomem oxigênio em seu processo de decomposição, causando a mortalidade de peixes.

Assim sendo, os problemas críticos relacionados neste tópico referem-se ao despejo dos esgotos sanitários sem tratamento no Ribeirão Santa Teresa. Esses problemas comprometem a qualidade do corpo hídrico e prejudicam a saúde pública no município, mas podem ser sanados basicamente com a implantação de um sistema de tratamento de esgotos.

Além disso, a inexistência de Estações Elevatórias de Esgoto (EEEs) faz com que os efluentes produzidos sejam lançados em mais de um ponto do corpo hídrico do munícipio através do extravasamento dos PVs, dificultando o controle da qualidade do manancial.

A tabela a seguir apresenta um resumo dos principais problemas críticos relativos ao Tratamento de Esgoto de Campos Altos.

Tabela 69: Relação de Problemas Críticos no Sistema de Tratamento de Esgoto

ETAPAS	DISCIPLINAS	DIAGNÓSTICOS
Estações Elevatórias de Esgoto	Hidráulica	• Inexistência de EEEs causando o lançamento de efluentes em diferentes pontos do curso d'água.
Tratamento de Esgoto (Distrito Sede)	Hidráulica	• Lançamento de esgoto sem tratamento no Ribeirão Santa Teresa.
		• Poluição das águas; Proliferação de doenças.
Tratamento de Esgoto (Distrito de São Jerônimo dos Poções)	Hidráulica	• Ausência de sistema coletivo de coleta e tratamento de esgoto.

Em função dos problemas críticos identificados, fazem-se necessárias as ações descritas a seguir, a serem realizadas no curto prazo, no caso do Distrito Sede e a médio prazo no Distrito de São Jerônimo dos Poções.

2.d.1.2. Soluções Propostas

As soluções propostas para sanar os problemas críticos elencados no tópico anterior são apresentadas na sequência.

a) Tratamento de Esgoto

❑ **Distrito Sede**

A solução proposta para o Distrito Sede prevê a implantação de uma Estação de Tratamento de Esgoto (ETE), além da implantação de 2 EEEs para recalcar os efluentes onde não existe a possibilidade do transporte do esgoto via gravidade.

A ETE sugerida compõe-se da combinação de tratamento anaeróbio, por meio de um Reator Anaeróbio de Fluxo Ascendente e manta de lodo, tipo UASB – *Upflow Anaerobic Sludge Blanket*, sucedido de um tratamento aeróbio com Filtro Aerado Submerso – FAS.

Esse modelo compacto e combinado de tratamento se apresenta como uma opção viável que reduz o custo de implantação, pois tem um menor requisito de área. Sua operação, entretanto, depende da utilização de energia elétrica, embora com baixa demanda em relação a outros modelos devido às tecnologias a serem implantadas.

A remoção eficaz da carga poluidora, expressa em DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio), é um dos pontos fortes do tratamento que associam UASB+FAS, com eficiência média de remoção na faixa de 90 e 85% para DBO e DQO, respectivamente.

A configuração típica de um sistema de tratamento com reator UASB seguido de Filtro Aerado Submerso apresenta um fluxograma bastante simplificado, conforme mostra a figura a seguir.

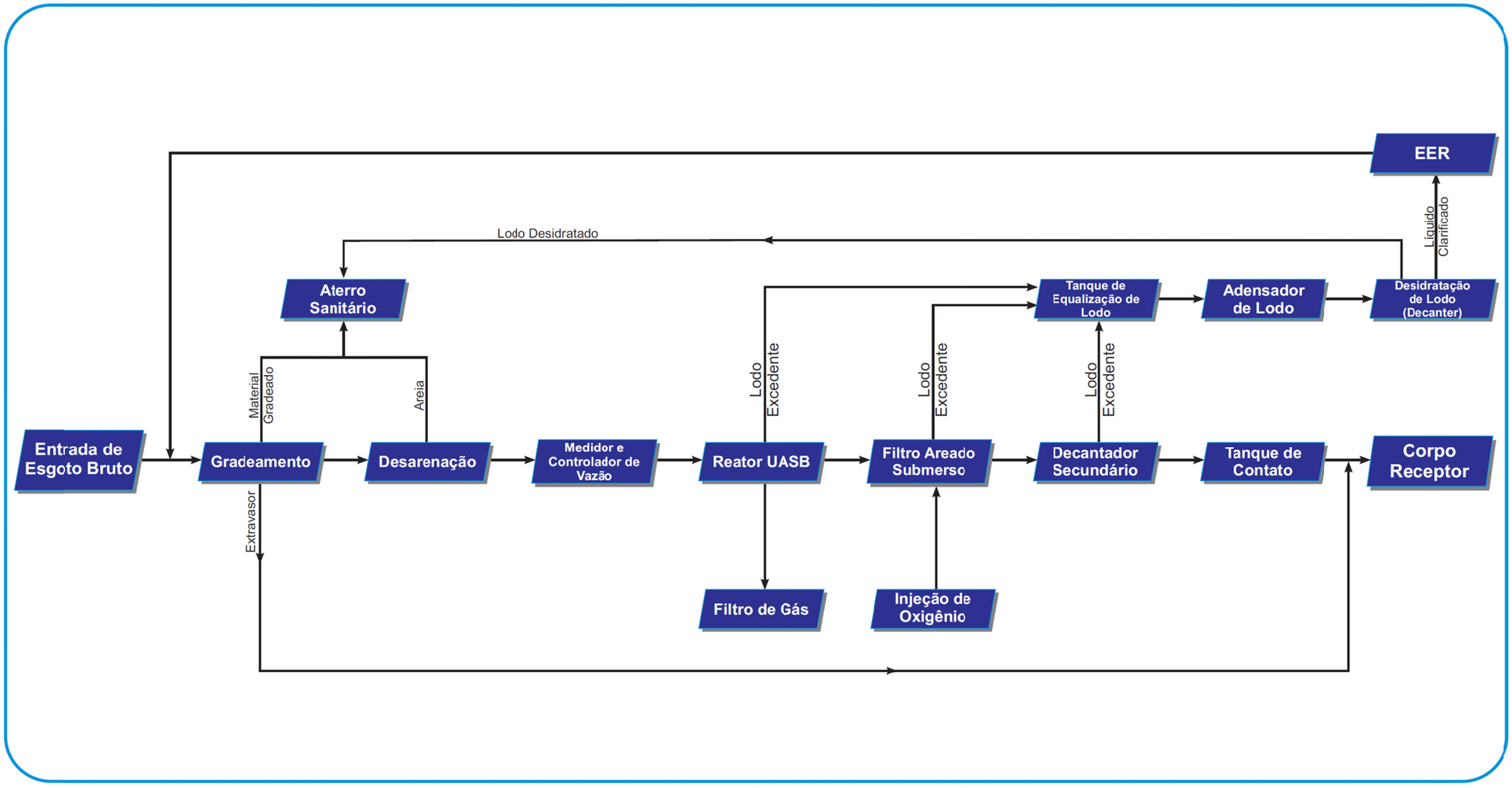


Figura 112: Fluxograma do Sistema de Tratamento Proposto

❑ **Distrito de São Jerônimo dos Poções**

Conforme demonstrado mais adiante nos critérios de dimensionamento, no 9º Ano da Concessão deverá ser implantada uma ETE Compacta, para solucionar os problemas críticos relacionados ao tratamento de esgoto no Distrito Sede de São Jerônimo dos Poções.

A ETE Compacta será constituída de Reator Anaeróbio, Filtro Aerado Submerso, Decantador Secundário e Filtração Terciária.

b) Estações Elevatórias de Esgoto

❑ **Distrito Sede**

A concepção proposta para o SES do Distrito Sede de Campos Altos prevê a implantação de 2 Estações Elevatórias de Esgoto (EEEs) que terão como finalidade transportar os efluentes sanitários coletados em pontos mais baixos para a rede coletora localizada no ponto mais alto da Bacia de Esgotamento.

❑ **Distrito de São Jerônimo dos Poções**

Para esta localidade não está sendo prevista a implantação de EEEs, sendo os efluentes sanitários conduzidos até a ETE Compactada, via gravidade, através de um Interceptor.

2.d.2. Apresentação dos Critérios de Dimensionamento

São apresentados a seguir os critérios de dimensionamento adotados para as Estações de Tratamento de Esgoto (ETEs) e para as Estações Elevatórias de Esgoto previstas para o SES de Campos Altos.

2.d.2.1. Projeção das Vazões de Esgoto

As vazões de esgoto geradas ao longo da Concessão foram determinadas a partir dos critérios de dimensionamento apresentados anteriormente no item 2.b.3.1 da presente Proposta Técnica.

Em função dessas vazões foi definida a capacidade necessária para as unidades de tratamento de esgotos a serem implantadas no Distrito Sede e no Distrito de São Jerônimo dos Poções, conforme mostram as tabelas a seguir.

Tabela 70: Vazões de Tratamento de Esgoto – Distrito Sede

ANO DA CONCESSÃO	VAZÃO MÉDIA TOTAL COM INFILTRAÇÃO (L/s)
1 ao 4	-
5	25,09
10	25,72
15	26,37
20	27,04
25	27,72
30	28,42
35	29,15

Tabela 71: Vazões de Tratamento de Esgoto – Distrito São Jerônimo dos Poções

ANO DA CONCESSÃO	VAZÃO MÉDIA TOTAL COM INFILTRAÇÃO (L/s)
1 ao 8	-
9	0,20
10	0,20
15	0,21
20	0,21
25	0,22
30	0,22
35	0,23

Levando-se em conta as vazões indicadas acima, para as unidades de tratamento de esgoto propostas para o SES de Campos Altos, foram adotadas as seguintes capacidades operacionais:

- ETE – Distrito Sede: ..... 35 L/s;
- ETE – Distrito São Jerônimo dos Poções: ..... 2 L/s.

2.d.2.2. Pré-dimensionamento da ETE – Distrito Sede

A ETE prevista para o Distrito Sede será dimensionada com a vazão média. O dimensionamento será feito considerando a vazão média projetada para o último ano de concessão.

Portanto, como demonstrado na tabela anteriormente apresentada, temos: $Q_{méd}$ = 2.518,56 m³/dia ou $Q_{méd}$ = 29,15 L/s, considerando que a ETE funcionará 24 horas por dia.

Tem-se ainda:

- Vazão mínima com infiltração:.....17,77 L/s
- Vazão máxima horária – Final de Plano:.....42,75 L/s

a) Configuração Geral da ETE do Distrito Sede

O Sistema de Esgotamento Sanitário adotado, será do tipo "Separador Absoluto", não se admitindo o lançamento de efluentes pluviais ou águas subterrâneas, captadas de alguma forma, ao sistema público.

As contribuições à rede coletora de esgotos sanitários serão essencialmente de origem doméstica, com possibilidade de lançamento de pequenas quantidades de contribuições do comércio. Eventuais pequenas flutuações em casos isolados serão desconsideradas, baseando-se no fato de que, geralmente em torno de 96% da vazão total é de origem doméstica. Em função disso, somente indústria de certo porte ou com contribuição expressiva em termos de vazão e/ou carga poluidora ao sistema mereceria consideração individualizada no dimensionamento.

A alternativa escolhida para tratamento do efluente na ETE do Distrito Sede foi de UASB como Tratamento Primário e Filtro Aerado Submerso e Decantador como Tratamento Secundário, proporcionando uma eficiência do sistema em 88% para vazão média e 84,88% para vazão máxima.

Isto mostra que para os limites estabelecidos na Resolução 357/2005 do CONAMA estão sendo atendidos (DBO de lançamento menor ou igual a 90 mg/L, $DBO_{mistura}$ próximo a 5,00 mg/L, OD_{mist} maior ou igual a 5,00 mg/L).

Para tanto, a ETE do Distrito Sede será composta pelas unidades relacionadas a seguir:

⇨ **Tratamento Preliminar:**

- Gradeamento Manual;
- Desarenador;
- Calha Parshall.

⇨ **Tratamento Primário:**

- Reator Anaeróbio de Fluxo Ascendente – UASB.

⇨ **Tratamento Secundário:**

- Filtro Aerado Submerso – FAS;
- Casa dos Sopradores;
- Decantador Secundário;
- Tanque de Contato.

⇨ **Tratamento de Lodo:**

- Tanque de Equalização;
- Adensador de Lodo;
- Decanter Centrífugo;
- Estação Elevatória de Recirculação.

O dimensionamento preliminar das principais unidades prevista para a ETE em questão é apresentado na sequência.

b) Características do Esgoto Efluente

❑ **Cargas Orgânicas**

As cargas orgânicas do esgoto afluente (L_o), em kg/d, assim são calculadas:

$$L_o = P \times c/1.000$$

Onde:

⇨ Parb = população arbitrária: ..... 13.802 habitantes

⇨ c = contribuição per capita de DBO ou DQO, admitindo-se os seguintes valores:

- C_{DBO} = contribuição per capita de DBO (adotada): .....54 g/hab.d
- C_{DQO} = contribuição per capita de DQO (adotada): ..... 100 g/hab.d

Logo, as cargas orgânicas são:

- L_{DBO} = carga afluente de DBO:.....745,31 kg/d
- L_{DQO} = carga afluente de DQO: ..... 1.380,20 kg/d

❑ **Concentrações**

As concentrações do esgoto afluente (S_o), em mg/L, são dadas por:

$$S_o = L_o / Q_{méd} \times 1.000$$

Portanto, as concentrações calculadas são:

- $S_{O,DBO}$ = concentração afluente de DBO: ..... 295,93 mg/L
- $S_{O,DQO}$ = concentração afluente de DQO: ..... 548,06 mg/L

c) Tratamento Preliminar

O Tratamento Preliminar será composto pelas seguintes unidades:

- 02 canais paralelos, dotados de 1 grade média e 1 grade fina, ambos naturais;
- Desarenador com 02 canais paralelos;

- Calha Parshall.

c.1. Calha Parshall

As calhas têm dimensões que variam de acordo com as vazões mínima e máxima de projeto. De acordo com essas vazões mínima e máxima deve-se usar as dimensões da figura a seguir.

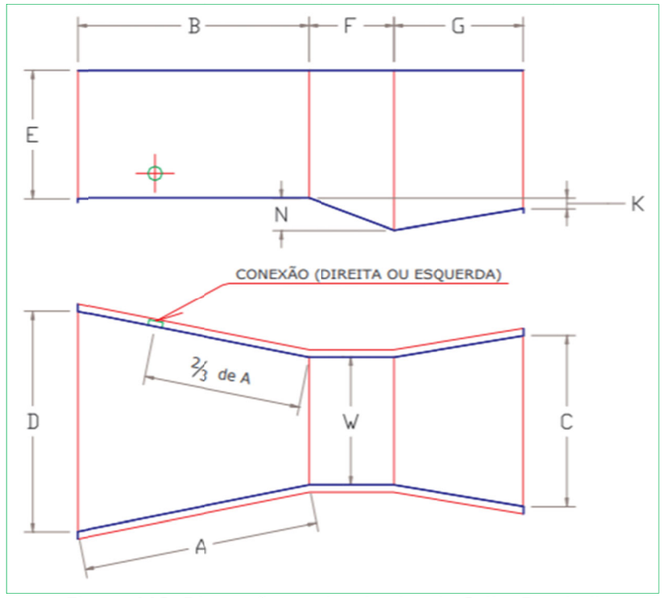


Figura 113: Dimensões padronizadas da Calha Parshall

A variação das vazões no Período de Concessão será:

Tabela 72: Variação das Vazões no Período de Concessão

VARIAÇÃO	ANO	Q (L/s)
Mínima	5	17,77
Máxima	35	42,75

Foi adotada a implantação de uma Calha Parshall W = 6” que apresenta as seguintes características:

- Largura da garganta adotada (w): ..... 15,2 cm
- Coeficiente (n): 1,580
- Coeficiente (k): 0,381

❑ Altura da Lâmina D’Água

Para o cálculo de avaliação da Calha Parshall, foram verificadas as alturas das lâminas máxima e mínima no medidor. O cálculo destas lâminas pode ser feito através da equação a seguir:

$$Q = k \cdot H^n$$

Portanto, $H = \left(\frac{Q}{K}\right)^{\frac{1}{n}}$

Assim:

Tabela 73: Valores da Lâmina D’água

VARIAÇÃO	VAZÃO (L/s)	VAZÃO (m³/s)	H (m)
Máxima	42,75	0,04275	0,25045
Mínima	17,77	0,01777	0,14372

❑ Rebaixamento da Garganta

A forma da seção ideal para o canal da caixa de areia é parabólica. Porém, para facilidade construtiva, pode-se adaptar o canal para uma forma retangular desde que haja um rebaixo na Calha Parshall com relação à soleira do canal de sedimentação. Este rebaixo fará com que a variação da velocidade seja tolerável. A equação a seguir calcula este rebaixo:

$$z = \frac{(Qmáx \cdot Hmín) - (Qmín \cdot Hmáx)}{(Qmáx - Qmín)}$$

Assim sendo, o valor do rebaixo será:

$$z = 0{,}06775 \text{ m, sendo adotado } \mathbf{0{,}07\ m}.$$

❑ Lâmina D'Água Útil

A lâmina d'água útil é aquela produzida pela vazão no Medidor Parshall subtraindo-se o rebaixamento:

$$h = H - z$$

Assim:

Tabela 74: Valores da Lâmina D'água Útil (h)

VARIAÇÃO	H (m)	Z (m)	h (m)
Máxima	0,25045	0,07	0,18045
Mínima	0,14372	0,07	0,07372

c.2. Gradeamento

O gradeamento é a primeira etapa do tratamento de efluentes sanitários, consistindo em um tratamento preliminar. A sua finalidade é reter materiais sólidos grosseiros que possuem dimensões maiores que o espaçamento entre as barras. Essa etapa tem, entre outras finalidades, proteger os dispositivos de transporte dos efluentes (bombas e tubulações), além de condicionar o efluente para a etapa posterior de tratamento.

O gradeamento é um dispositivo constituído por barras metálicas, igualmente espaçadas. Destinam-se a reter sólidos grosseiros em suspensão e corpos flutuantes.

As dimensões principais de uma grade são estabelecidas para que se tenha uma seção de escoamento com velocidade adequada. Velocidades muito baixas podem causar um entupimento na grade e velocidades muito altas induzem a passagem de sólidos que deveriam ficar retidos na grade. Para garantir a separação prévia de sólidos grosseiros, propõe-se a instalação de grades grossas e finas antes do desarenador.

Para o gradeamento serão consideradas barras de aço paralelas, inclinadas ao fluxo dos efluentes, retendo o material grosseiro transportado pelas águas residuárias.

❑ Gradeamento Fino

Eficiência da Grade

A Grade Fina prevista deverá apresentar espessura de barras de 6,35 mm e espaçamento entre as barras de 15 mm.

$$E = \frac{a}{(a+t)}$$

Onde:

- a = abertura entre as barras = 15 mm;
- t = espessura das barras = 6,35 mm.

$$E = 0{,}7026$$

$$E = 70{,}26\%$$

Área Útil da Grade

Admitindo-se que para vazão máxima a velocidade através da grade seja de 0,60 m/s, a área útil necessária para o escoamento será:

$$Au = \frac{Q}{V} \rightarrow 0{,}07124\ m^2$$

$$At = \frac{Au}{E} \rightarrow 0{,}10141\ m^2$$

Largura do Canal da Grade

A largura teórica do canal da grade é função da área do canal e da altura máxima da caixa de areia, sendo sua largura mínima de 0,30 m, conforme NBR 12209/2011.

Sendo:

$$bg = \frac{At}{hmáx}$$

Logo, a largura necessária para o Canal da Grade Fina será:

bg = 0,56 m, sendo adotado bg = **0,80 m**

Comprimento do Canal de Acesso à Grade

Este comprimento é função do tempo de detenção adotado para o Canal do Gradeamento e da vazão máxima.

$$L_g = \frac{Q_{máx}.TDH}{A_t}$$

Adotando-se TDH de 3 segundos, tem-se Lg = 1,265 m.

O Canal de Acesso à Grade projetado terá **3,00 m** de comprimento.

Verificação das Velocidades

As velocidades no canal de acesso à grade podem ser expressas conforme segue:

$$V = \frac{Q}{bg.h.E}$$

Tem-se, portanto:

Tabela 75: Verificação das Velocidades na Grade Fina

VARIAÇÃO	Q (m³/s)	At (m²)	Au = S.E (m²)	V (m/s)
Máxima	0,04275	0,14436	0,10142	0,42147
Mínima	0,01777	0,05898	0,04143	0,42898

Os valores obtidos se apresentam abaixo de 1,20 m/s, conforme NBR 12209/2011.

Avaliação de Perda de Carga

A perda de carga na grade pode ser calculada considerando-se que o comportamento hidráulico é idêntico ao escoamento através de orifício, conforme expressão a seguir:

$$hf = \frac{1,43\ (V^2 - v^2)}{2g}$$

- (V) é a velocidade máxima através das barras para 50% de obstrução (2xVmax.);
- (v) é a velocidade à montante da grade (Vmax.E);
- (g) é a aceleração da gravidade (9,81 m/s²).

Portanto, têm-se:

- V = (2 x 0,42147) = 0,8429 m/s
- v = (0,42147 . E) = 0,2961 m/s
- **hf = 0,0454 m**

Assim sendo, a altura da lâmina d'água com a grade fina suja será de **0,226 m**.

Quantidade de Material Retido

Para grades com aberturas de 1,5 cm a quantidade média de material retido é estimada em 0,058 L/m³, (Jordão e Pessoa - 1995).

Portanto:

r = 214,21 L/dia ou 0,21 m³/dia

O material retido na Grade Fina será acondicionado em caçamba tipo *brooks* para ser encaminhado para a disposição final em Aterro Sanitário, devidamente regularização junto aos órgãos ambientais competentes.

A caçamba contará com leito filtrante para permitir a secagem de sólidos.

❑ Gradeamento Médio

Eficiência da Grade

A grade prevista deverá apresentar espessura de barras de 6,35 mm e espaçamento entre as barras de 25 mm.

$$E = \frac{a}{(a+t)}$$

Onde:

- a = abertura entre as barras = 25 mm;
- t = espessura das barras = 6,35 mm.

E = 0,79745

E = 79,74 %

Área Útil da Grade

Admitindo-se que para vazão máxima a velocidade através da grade seja igual a 0,60 m/s, a área útil necessária para o escoamento, será:

$$Au = \frac{Q}{V} \rightarrow 0{,}07124 \text{ m}^2$$

$$At = \frac{Au}{E} \rightarrow 0{,}08934 \text{ m}^2$$

Largura do Canal da Grade

Considerando-se 0,226 m a altura máxima da lâmina na Grade Média quando estiver suja, tem-se bg = 0,3956 m, sendo adotado: **bg = 0,80 m**.

Verificação das Velocidades

A verificação das velocidades na grade e no canal para a largura adotada é apresentada a seguir:

Tabela 76: Verificação das Velocidades na Grade Média

VARIAÇÃO	Q (m³/s)	At (m²)	Au = S.E (m²)	V (m/s)
Máxima	0,04275	0,18068	0,14408	0,29669
Mínima	0,01777	0,11498	0,09169	0,19386

Os valores obtidos estão abaixo de 1,20 m/s, conforme NBR 12209/2011.

Avaliação de Perda de Carga

De maneira análoga à grade fina, para determinação da perda de carga na grade média foi utilizada a seguinte expressão:

$$hf = \frac{1{,}43\ (V^2 - v^2)}{2g.}$$

Dessa forma, tem-se:

- V = (2 x 0,29669) = 0,5934 m/s;
- v = (0,29669 . E) = 0,2366 m/s;
- **hf = 0,02158 m.**

Portanto, a altura da lâmina d'água com a grade média suja será de: **0,247 m**.

Quantidade Material Retido

No caso das grades com aberturas de 2,5 cm a quantidade média de material retido é de 0,023 L/m³ (Jordão e Pessoa – 1995).

Assim sendo, tem-se:

r = 84,95 L/dia ou 0,08 m³/dia

O material retido na Grade Média será acondicionado em caçambas tipo *brooks* para ser encaminhado para a disposição final em Aterro Sanitário, devidamente regularizado junto aos órgãos ambientais competentes.

A caçamba contará com leito filtrante para permitir a secagem de sólidos.

c.3. Desarenador

A desarenação é a operação de separação de partículas granulares (areia, silte, cascalho, sementes, grãos, etc.) que possuem densidade específica ou velocidade de sedimentação maior que a matéria orgânica particulada presente nas águas residuárias (geralmente materiais inertes e secos).

O desarenador será prismático retangular com limpeza manual. Serão previstos dois canais paralelos, sendo um reserva que permitirá a correta manutenção de um sistema enquanto o outro está operando, para isso, serão previstas comportas nas entradas e saídas dos canais de modo a propiciar o isolamento das unidades.

A profundidade total do canal dependerá das características do esgoto bruto existente e não existem informações suficientes para esta definição, que será realizada após a elaboração do cadastro das unidades.

❑ Largura do Canal

A largura do canal da caixa de areia deve ser tal que a velocidade do fluxo não ultrapasse aquela recomendada em projeto. A NBR 12209/2011 limita em 0,40 m/s a velocidade do fluxo quando a caixa estiver operando em vazão máxima. Assim, a largura do canal da caixa de areia é função da vazão máxima, da altura da lâmina d'água na caixa de areia e da velocidade do fluxo na caixa (adotada). Portanto:

$$b = \frac{Q_{máx}}{h_{máx}.V_o}$$

- Velocidade através do canal (adotada): ..... v_o = 0,30 m/s
- Largura do canal calculada: ..... b = 0,79 m
- Largura do canal adotada: ..... b_{adot} = 0,80 m

❑ Verificação das Velocidades

As velocidades do canal de acesso à grade podem ser expressas a seguir:

Tabela 77: Verificação das velocidades na caixa de areia

VARIAÇÃO	Q (m³)	h (m)	A (m²)	V (m/s)
Máxima	0,04275	0,18045	0,14436	0,29611
Mínima	0,01777	0,07372	0,05898	0,30139

Os valores obtidos apresentam-se entre 0,25 e 0,40 m/s, valores fixados pela NBR 12209/2011.

❑ Área Transversal Útil do Canal

A área transversal útil da caixa de areia diz respeito àquela por onde passa efetivamente o fluxo de esgoto. Tal área é dada pela equação a seguir:

$$S = \frac{Q_{máx}}{V_{máx}.}$$

- Área transversal do canal: ..... S = 0,1444 m²

❑ Comprimento da Caixa de Areia

O funcionamento da caixa de areia está condicionado ao comportamento do fluxo de esgoto da câmara de sedimentação. O trajeto da partícula de areia é função da velocidade de sedimentação (para partículas com diâmetro menor que 0,20 mm, densidade 2,65 e velocidade 0,02 m/s) e da velocidade crítica do fluxo longitudinal. Na pratica adota-se a seguinte equação:

$$L = f \ . \ h_{máx}$$

- Fator que multiplica a lâmina útil máxima:.....*f* = 22,5
- Comprimento calculado da caixa de areia: .....L = 4,06 m
- Comprimento adotado da caixa de areia:.....L_{adot} = 4,50 m

❑ Área Superficial da Caixa de Areia

A área superficial da caixa de areia pode ser obtida pela seguinte equação:

$$A_{sup} = b \, . \, L$$

- Área superficial: ..... A_{sup} = 3,60 m²

❑ Quantidade de Material Retido no Canal

O valor médio do volume de areia removido pela caixa de areia em função do volume de esgoto tratado deve estar compreendido entre 2 e 4 m³/100.000 m³, ou seja, 0,00002 < R < 0,00004, valores recomendados por Jordão e Pessoa (2011).

$$M = Q_{méd} \, . \, R$$

- Taxa de retorno adotada: .....R = 0,00004 m³/m³
- Quantidade de material retido: .....M = 0,101 m³/dia

❑ Volume de Acumulação

O volume de acumulação é proporcional ao tempo entre limpeza da caixa de areia e o volume acumulado diariamente. Ver a equação a seguir:

$$V_{acum} = i \, . \, M$$

- Frequência de limpeza: .....i = 7 dias
- Volume de acumulação: .....V = 0,705 m³

❑ **Profundidade de Acumulação**

A profundidade necessária para o acúmulo de material que sedimenta na caixa de areia no intervalo entre limpezas pode ser obtida pela seguinte equação:

$$H_{acum} = \frac{V_{acum}}{A_{sup}}$$

- Profundidade de acumulação calculada:.....H_{acum} = 0,196 dias
- Profundidade de acumulação adotada: ..... H_{acum} = 0,30 m

❑ **Taxa de Escoamento Superficial**

É o volume de esgoto por m² de superfície de caixa de areia que chega à elevatória em um dia. É expressa pela seguinte equação:

$$I = \frac{Q_{méd}}{A_{sup}}$$

- Taxa de escoamento superficial:..... I = 699,59 m³/m².dia

O valor obtido se encontra dentro da faixa recomendada pela NBR 12209/2011 (entre 600 e 1.300 m³/m².dia).

c.4. Conclusão

O Tratamento Preliminar proposto atenderá com folga os volumes de esgoto estimados ao longo do Período de Concessão, considerando que o sistema deverá apresentar as seguintes características:

- 02 Canais de Gradeamento em paralelo, com 0,80 de largura e 3,00 m de comprimento, onde deverão ser instaladas as grades médias e finas;
- 01 Desarenador formado por 02 canais paralelos medindo, cada um deles, 0,80 m de largura e 4,50 m de comprimento;
- Calha Parshall de 6” equipada com medidor de vazão ultrassônico com registrador digital.

d) Reator UASB

Um dos aspectos mais importantes do processo anaeróbio por meio de reatores de manta de lodo é a sua habilidade em desenvolver e manter lodo de elevada atividade e de excelentes características de sedimentação. Para que isso ocorra, diversas medidas devem ser observadas em relação ao projeto e à operação do sistema.

Um dos principais critérios de projeto para reatores tratando despejos orgânicos de natureza doméstica corresponde à carga orgânica volumétrica.

Define-se carga orgânica volumétrica como a quantidade (massa) de matéria orgânica aplicada diariamente ao reator por unidade de volume deste.

Nos tópicos a seguir é demonstrado o pré-dimensionamento do Reator UASB.

❑ **Volume do Reator**

O volume total do Reator (V), em m³, é dado por:

$$V = Q_{méd} \times TDH$$

Onde:

- $Q_{méd}$: vazão média = 104,938 m³/h
- TDH: tempo de detenção hidráulica (adotado): 8 horas

Sendo assim, tem-se:

- V: volume total = 839,503 m³

O volume unitário (V_u), correspondente a cada módulo, é assim calculado:

$$V_u = V / N$$

Onde:

- N: número de módulos (adotado) = 2 unidades

Logo:

- V_u: volume unitário = 419,75 m³

Com isso, as vazões unitárias, referentes a um módulo, valem:

- $Q_{méd}$ = vazão média unitária..... 52,469 m³/h
- $Q_{máx}$ = vazão máxima unitária..... 76,944 m³/h

Os cálculos apresentados a seguir correspondem às vazões unitárias.

❑ Dimensões do Reator

A área do Reator (A), em m², é dada por:

$$A = V_u / H$$

Admitindo-se a altura útil de 5,00 m, tem-se:

A = 83,950 m²

Serão adotados Reatores cilíndricos com as seguintes dimensões:

- Diâmetro = 10,50 m
- Altura útil = 5,00 m
- Área corrigida = 86,59 m²

❑ Tempo de Detenção Corrigido

Considerando as dimensões adotadas, o volume unitário corrigido (V_u) é, então:

- V_u = volume unitário corrigido ..... 432,95 m³

Logo, o tempo de detenção hidráulica corrigido passa a ser:

$$TDH = V_u / Q$$

- $TDH_{méd}$: tempo de detenção hidráulica para $Q_{méd}$ = ... 8,25 h
- $TDH_{mín}$: tempo de detenção hidráulica para $Q_{máx}$ = ... 5,63 h

❑ Cargas Aplicadas

A carga hidráulica volumétrica (CHV), em m³/m³.d, é dada por:

$$CHV = Q / V$$

Portanto, os valores obtidos para a vazão média e para a vazão máxima são:

- $CHV_{méd}$: carga hidráulica volumétrica para $Q_{méd}$ = ... 2,91 m³/m³.d
- $CHV_{máx}$: carga hidráulica volumétrica para $Q_{máx}$ = ... 4,27 m³/m³.d

Estes valores encontram-se abaixo de 4,00 m³/m³.d para a vazão média, e abaixo de 6,00 m³/m³.d para a vazão máxima, atendendo aos critérios recomendados.

❑ Velocidades Superficiais

A velocidade superficial de fluxo (v), em m/h, é assim calculada:

$$v = Q / A$$

Logo, as velocidades obtidas para a vazão média e para vazão máxima são:

- $v_{méd}$: velocidade superficial para $Q_{méd}$ = ...0,4714 m/h
- $v_{máx}$: velocidade superficial para $Q_{máx}$ = ...0,6913 m/h

Estes valores encontram-se abaixo de 0,7 m/h para a vazão média, e abaixo de 1,2 m/h para a vazão máxima, estando dentro da faixa recomendada.

❑ Tubos de Distribuição

A área de influência dos tubos de distribuição do esgoto afluente (A_i) é dada por:

$$A_i = A / N_d$$

Onde:

- N_d: número de distribuidores (adotado) = ...50 unid.

Com isso, tem-se:

$$Ai = 2,23\ m^2$$

A área de influência dos tubos de distribuição encontra-se em torno de 2 e 3 m², atendendo aos critérios recomendados.

A velocidade descendente nos tubos de distribuição (V_{td}) é assim calculada:

$$V_{td} = (Q_{máx} / N_d) / (\pi \times D_d^2 / 4)$$

Onde:

- D_{td}: diâmetro do tubo de distribuição (adotado) ..... 100 mm

Logo:

- V_{td} = velocidade descendente ..... 0,05 m/s

A velocidade descendente nos tubos de distribuição encontra-se abaixo de 0,20 m/s, atendendo aos critérios recomendados.

❑ Estimativas das Eficiências e Concentrações do Efluente

A eficiência de remoção de DBO (E_{DBO}) é calculada pela seguinte equação:

E_{DBO}: $100 \times (1 - 0,70 \times TDH^{-0,50})$

E_{DBO}: 75,63%

Para a eficiência de remoção de DQO (E_{DQO}), tem-se:

$E_{DQO} = 100 \times (1 - 0,68 \times TDH-0,35)$

E_{DQO} = 67,51%

As concentrações efluentes são dadas por:

$$S = S_0 - (E \times S_0)/100$$

Onde:

S_0 = concentrações do esgoto afluente

$S_{o,DBO}$ = 295,93 mg/L

$S_{O,DQO}$ = 548,06 mg/L

Aplicando-se os valores na equação, a concentração obtida é a seguinte:

- S_{DBO}: concentração efluente de DBO = ... 72,11 mg/L
- S_{DQO}: concentração efluente de DQO = ... 178,04 mg/L

❑ **Dimensionamento do Descarte de Gases**

Produção de Metano e de Biogás

A parcela de DQO convertida em metano (DQO_{CH4}), em kgDQO/d, é calculada pela seguinte equação:

$$DQO_{CH4} = Q_{méd} \times (S_0 - S_{DQO}) - Y_{obs} \times Q_{méd} \times S_0$$

Onde:

- Y_{obs} = coeficiente de produção de sólidos (adotado): ..... 0,21 $kgDQO_{lodo}/kgDQO_{apl}$

Tem-se, portanto:

- DQO_{CH4} = parcela de DQO convertida em metano.....320,98 kgDQO/d

O fator de correção para a temperatura operacional do reator, K (t), em kgDQO/m³, é dado por:

$$K(t) = (P \times K) / [R \times (273 + t)]$$

Onde:

- t = temperatura operacional do reator..... 28 °C
- P = pressão atmosférica .....1 atm
- K = DQO correspondente a um mol de CH4.....64 gDQO/mol
- R = constante universal dos gases ..... 0,08206 atm.L/mol.°K

Logo:

- K (t) = fator de correção para a temperatura: ..... 2,59 kgDQO/m³

A produção volumétrica de metano (Q_{CH4}), em m³/d, é, então, calculada pela seguinte relação:

$$Q_{CH4} = DQO_{CH4} / K(t)$$

Aplicando os valores obtidos, tem-se:

- Q_{CH4} = vazão de metano: .....123,88 m³/d

Para a determinação da produção total de biogás (Q_g), deve ser considerado o teor de metano no biogás:

$$Q_g = Q_{CH4} / p_{CH4}$$

Onde:

- p_{CH4} = percentual de metano no biogás (adotado) ..... 75 %

Portanto:

- Q_g = vazão de biogás: .....165,17 m³/d

Coletor de Gás

A área dos coletores de gás (A_g), em m², é dada por:

$$A_g = N_g \times C_g \times L_g \text{ onde:}$$

- N_g = número de coletores por reator (adotado) 1
- C_g = comprimento do coletor (adotado) ..... 5,00 m
- L_g = largura do coletor (adotada) ..... 0,45 m

Sendo assim:

- Ag = área total dos coletores de gás:.....2,25 m²

A taxa de liberação de biogás nos coletores (vg), em m³/m².h, vale, então:

$$vg = Qg / Ag$$

- vg = taxa de liberação de biogás:.....3,06 m³/m².h

A taxa encontra-se acima de 1 m³/m².h e abaixo de 5 m³/m².h, atendendo aos limites recomendados.

❑ **Produção de Lodo nos UASBs**

A produção mássica de lodo no UASBs (Plodo), em kgSS/d, é dada por:

$$P_{lodo} = Y \times DQO_{apl}$$

Onde:

- Y = coeficiente de produção de sólidos (adotado):0,15 kgSS/kgDQO_{apl}
- DQO_{apt} = carga de DQO aplicada: ..... 1.380,20 kgDQO/d

Com isso:

- P_{lodo} = produção de lodo: ..... 207,03 kgSS/d

A vazão de lodo (Q_{lodo}), em m³/d, é dada por:

$$Q_{lodo} = P_{lodo} / (g \times C_{lodo})$$

Onde:

- g = densidade de lodo (adotada): ..... 1.020 kgSS/m³
- C_{lodo} = concentração de sólidos no lodo (adotada): 4%

Tem-se, então:

- Q_{lodo} = vazão de lodo: ..... 5,07 m³/d

O lado oriundo dos UASBs será encaminhado por gravidade até o Tanque de Equalização e, deste, para o Adensador de Lodo que alimentará a Centrífuga Decanter. O lodo então desaguado será acondicionado em caçamba tipo brooks, para ser posteriormente transportado e disposto em Aterro Sanitário devidamente regularizado junto aos órgãos ambientais competentes.

O efluente resultante do desaguamento de lodo será encaminhado, por gravidade, até a Estação Elevatória de Recirculação (EER) que promoverá o recalque do mesmo para o Desarenador do Sistema de Entrada, retornando ao processo.

e) Filt Aerado Submerso

❑ Parâmetros de Cálculo

No dimensionamento do Filtro(s) Aerado(s) Submerso(s) foram considerados os seguintes parâmetros:

- $Q_{MÉDIA}$ = 29,149 L/s = 2.518,47 m³/dia;
- Norma ABNT NBR 12209;
- Meio Suporte de material sintético;
- Fluxo ascendente ou descendente.

❑ Carga Orgânica Afluente

As cargas orgânicas ao FAS, em kg/d, são dadas por:

$L_{DBO} = S_{DBO} \times Q_{méd} / 1000$

$L_{DQO} = S_{DQO} \times Q_{méd} / 1000$

onde:

S_{DBO} = concentração efluente de DBO no UASB: 72,114 mg/L

S_{DQO} = concentração efluente de DQO no UASB: 178,041 mg/L

logo:

L_{DBO} = carga afluente de DBO: 181,621 kg/dia

L_{DQO} = carga afluente de DBO: 448,397 kg/dia

❑ Volume do Meio Suporte

A área do meio suporte (A_{ms}) é assim calculada:

$A_{ms} = L_{DQO} / TA_{ms}$

onde:

TA_{ms} = taxa de aplicação do meio suporte (adotada): 7 gDQO/m².d

Assim, tem-se:

A_{ms} =área do meio suporte: 64.056,74 m²

O volume do meio suporte (V_{ms}) é dado por:

$V_{ms} = A_{ms} / AE_{ms}$

onde:

AE_{ms} = área específica do meio suporte (adotado): 365 m²/m³

Logo:

V_{ms} = volume do meio suporte: 175,50 m³

❑ Volume Requerido

O volume total necessário para o Filtro Aerado Submerso (V) é dado por:

$V = V_{ms} / FE$

onde:

FE = fator de empacotamento (adotado): 0,9

Com isso, obtém-se:

V = volume requerido: 195,00 m³

O volume unitário (V_u), corresponde a cada módulo, é assim calculado:

$V_u = V / N$

onde:

N = número de módulos (adotado): 2

Logo:

V_u = volume unitário: 97,50 m³

❑ Dimensões

As dimensões adotadas para o FAS são as seguintes:

H = altura útil do FAS: 4,00 m

H_{ms} = altura útil no meio suporte: 3,50 m

L =largura: 4,10 m

C = comprimento: 6,00 m

Vu =volume unitário resultante = H x L x C: 98,40 m³

❑ Demanda de Oxigênio

A demanda de oxigênio (DO_2) é dada por:

$DO_2 = T_{ar} \times L_{DBO}$

onde:

T_{ar} = taxa de aeração (adotada): 3,3 $kgO_2/kgDBO$

logo:

- DO_2 = demanda de oxigênio: .....599,35 kg/d
- DO_2 = demanda de oxigênio: .....24,97 kg/h

Sopradores

A vazão de ar necessária ao sistema (Q_{ar}) é calculada pela seguinte equação:

$Q_{ar} = DO_2/(FT \times J \times T \times E) / \eta$

Onde:

- η = número de sopradores operando: 2
- FT: fator de trabalho (adotado): 0,50
- J = densidade do ar: .....1,2 kg/m³
- T = percentual de oxigênio no ar (adotado): 21%
- E = eficiência do ar de aeração (adotada): 20%

Assim, tem-se:

- Q_{ar} = vazão de ar: ..... 495,50 m³/h
- Q_{ar} = vazão de ar: ..... 8,26 m³/min
- Q_{ar} = vazão de ar: ..... 0,138 m³/s

A pressão de trabalho (p_t) é dada por:

$Pt = H + \Delta h$

onde:

- H = coluna d'água (adotada): ..... 5,50 m
- Δh = perda de carga na tubulação de ar:..... 1,50 m

logo:

P_t = pressão de trabalho: 7,00 m

A potência do soprador é assim calculada:

P = Qar x ρ x g x pt / (η x 1.000)

onde:

- ρ = densidade do líquido:..... 1.000 kg/m³
- g = aceleração da gravidade:..... 9,81 m/s²
- η = rendimento do conjunto soprador (adotado).....80%

logo:

- P = potência do conjunto soprador: .....5,91 kW
- f = folga (adotada):.....15%
- P = potência corrigida = P × (1 + f): ..... 6,79 kW ou 9,24 CV

Será adotado 2 conjuntos sopradores de lóbulos, operando com potencia de 10 CV.

Difusores de Ar

As características dos difusores de ar são as seguintes:

- N_d: número de difusores por módulo (adotado) = ...40
- n: quantidade de difusores por área = ... 1,63 un/m²
- Q_d: vazão de ar por difusor = Q_{ar} / (N × N_d) =6,19 m³/h ou 0,10 m³/min.

Os difusores de ar poderão ser circulares, bolhas grossas, de membrana (EPDM) – B&FDias 105 mm – fluxo inferior, o qual admite vazão entre 0,020 m³/min e 0,420 m³/min.

Para cada tanque haverá um sistema de aeração por ar difuso com 1 grade dividida em ramais de distribuição onde estarão instalados os difusores de membrana bolha grossa. Estes ramais de distribuição serão interligados a um *manifolds* de 110 mm.

Dimensionamento das Tubulações de Ar

Para o dimensionamento das tubulações que conduzirão o ar dos Sopradores até os Filtros Aerados Submersos, foi utilizada a seguinte expressão:

ST = Qar . f / V

onde:

(ST): Área da Seção Transversal da Tubulação (m²);

(Qar): Vazão de Ar (m³/min);

(f) Fator de Segurança Adotado = 1,10;

(V): Velocidade Admissível do Ar ≤ 350 m/min.

A necessidade total de ar para cada Filtro Aerado Submerso, será de 4,13 m³/minuto. Assim sendo, adotando-se a velocidade do ar em 300 m/minutos, foi dimensionado o diâmetro das tubulações de suprimento de ar para os Filtros.

ST=(4,13 x 1,10) / 300 = 0,0151 m^2

Portanto:

D = 0,1388 m ou 138,84 mm

Sendo adotadas tubulações de ar soprado em aço inox, com diâmetro de **150 mm ou 6”**.

❑ Produção de Lodo nos Filtros Aerados Submersos

A produção mássica de lodo no Filtro Aerado Submerso (P_{lodo}) em kgSS/dia, é dada por:

$$P_{lodo} = Y \cdot L_{DBO}$$

onde:

Y = Coeficiente de produção de sólidos de 0,80 a 1,00 kgSS/KgDBO, sendo adotado 0,80 kgSS/kgDBO

L_{DBO} = Carga afluente do DBO: 181,62 kgDBO/dia

logo:

P_{lodo} = produção de lodo: 145,30 kgSS/dia

A produção de lodo volátil (P_{SSV}), em kgSS/dia, é obtida pela seguinte equação:

$$P_{ssv} = SSV/SS \times P_{lodo}$$

onde:

SSV/SS = teor de sólidos voláteis (adotado): 75%

Com isso, obtém-se:

P_{SSV} = produção de sólidos voláteis: 108,97 kg/SSV/dia

A quantidade de lodo aeróbio recirculado é removido do UASB ($P_{lodo,\ rem}$) é dada por:

$$P_{lodo,\ rem} = P_{lodo} - P_{SSV} \times E_{SSV}$$

onde:

E_{SSU} = remoção de SSV na UASB (adotado): 3%

logo:

$P_{lodo,\ rem}$ = carga de lodo aeróbio removida do UASB: 112,60 kgSS/dia

❑ Concentrações Efluentes

As concentrações efluentes de DBO e DQO são dadas por:

$$S_{DBO} = S_{o,DBO} - (E_{DBO} \times S_{o,DBO})/100$$

$$S_{DQO} = S_{o,DQO} - (E_{DQO} \times S_{o,DQO})/100$$

onde:

$S_{o,DBO}$ = concentração afluente de DBO: 72,11 mg/L

$S_{o,DQO}$ = concentração afluente de DQO: 178,04 mg/L

E_{DBO} = eficiência de remoção de DBO (adotada): 79%

E_{DQO} = eficiência de remoção de DQO (adotada): 74%

logo:

$S_{o,DBO}$ = concentração efluente de DBO: 15,14 mg/L

$S_{o,DQO}$ = concentração efluente de DQO: 46,29 mg/L

O lodo oriundo dos FAS será encaminhado, por gravidade, até os o Tanque de Equalização, passando em seguida para o Adensador de Lodo, e deste para o Decanter Centrífugo para ser desidratado. Após desaguado, o lodo será acondicionado em caçamba tipo brooks para ser posteriormente transportado e disposto em Aterro Sanitário devidamente regularizado junto aos órgãos ambientais competentes. O efluente resultante do desaguamento será encaminhado, por gravidade, até a Estação Elevatória de Recirculação (EER) que promoverá o recalque do mesmo para o Desarenador do Sistema de Entrada, retornando ao processo.

❑ Enchimento dos Filtros Aerados Submersos

O enchimento proposto para ambos os FAS será com elementos randômicos em PEAD virgem, com proteção UV, índice de vazios 0,9, densidade 0,91 g/cm³, altura máxima de 15 mm, diâmetro máximo de 30 mm.

f) Decantadores Secundários

Como FAS não retém a biomassa, necessita, à jusante de um Decantador. Portanto, o efluente do FAS passará ainda por um sistema de decantação, do tipo Decantador Secundário.

❑ Dimensionamento

Encontra-se demonstrado a seguir o dimensionamento do Decantador Secundário:

- Vazão de dimensionamento: 42,74 L/s = 3.692,74 m³/dia ($Q_{máxim}a$)
- Taxa de Aplicação Hidráulica: 25 m³/m².dia;
- Formato: Tronco de Cone;
- Altura útil do decantador: 5,85 m;
- Diâmetro maior: 6,20 m;
- Diâmetro menor: 0,60 m;
- Área Útil da Unidade: .....69,28 m²
- Volume Útil de Útil (V_u) da Unidade:.....65,12 m³

A área teórica necessária para decantação na etapa de final de plano será de:

$$A_T = \frac{Q}{TAH}$$

$$A_T = \frac{3.692,74}{25} = 147,71 \text{ m}^2$$

Ainda, para a determinação do número necessário de decantadores, usa-se a seguinte equação:

$$N_u = \frac{A_T}{V_U}$$

$$N_u = \frac{147,71}{69,12} = 2,27 \text{ unidades}$$

Sendo adotados **02 Decantadores Secundários**.

❑ Tempo de Detenção Hidráulica (TDH)

Para o Volume Útil Total e vazão referidos, tem-se:

$$TDH = \frac{V_u.N_u}{Q}$$

$$TDH = \frac{69,12 \times 2}{153,86} = 0,85 \text{ h}$$

A taxa de aplicação hidráulica corrigida será:

$$TAH = \frac{Q}{A_u.N_u}$$

$$TAH = \frac{3.692,74}{69,28 \times 2} = 26,25 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{dia}$$

A NBR 12.209 recomenda valores inferiores que 36 m³/m².dia.

❑ **Produção de Lodo nos Decantadores Secundários**

A produção de lodo deve ser avalizada pelos sólidos em suspensão na saída dos Filtros Aerados Submersos e no volume de lodo de descarte e recirculação dos Decantadores Secundários.

A produção volumétrica de lodo pode ser avaliada pela seguinte expressão:

$$V_{lodo} = \frac{P_{lodo}}{p \times C}$$

Onde:

V_{lodo}: volume produzido de lodo (m³/dia)

p: densidade do lodo: 1.040 kg/m³

C: concentração do lodo dos Decantadores: (1 a 2%): 2%.

Portanto, para o cenário de fim de plano, têm-se:

- Produção de lodo no FAS:..... 112,60 kgSST/dia;
- Volume de lodo produzido nos Decantadores: ..... **5,41 m³/dia**

O lodo oriundo dos Decantadores Secundários será encaminhado, por gravidade, até o Tanque de Equalização, passando em seguida para o Adensador de Lodo, e deste para o Decanter Centrífugo para ser desidratado. Após a secagem, o lodo será removido manualmente e acondicionado em caçamba tipo brooks para ser posteriormente transportado e disposto em Aterro Sanitário devidamente regularizado juntos aos órgãos ambientais competentes. O efluente resultante do desaguamento será encaminhado por gravidade até a Estação Elevatória de Recirculação (EER) que promoverá o recalque do mesmo para o Desarenador do Sistema de Entrada, retornando ao processo.

2.d.2.3. Pré-dimensionamento da ETE do Distrito de São Jerônimo dos Poções

Para o Distrito de São Jerônimo dos Poções está sendo considerada a instalação de uma ETE do tipo Compactada, com capacidade para até 2 L/s, composta de Reator Anaeróbio, Filtro Aerado Submerso, Decantador Secundário e Filtração Terciária.

2.d.2.4. Pré-dimensionamento das Estações Elevatórias de Esgoto

As Estações Elevatórias de Esgoto (EEEs) serão dimensionadas para atender às vazões máximas diárias. Essa consideração é feita para garantir a segurança operacional do sistema, uma vez que, diferentemente da ETE que possui diversas unidades de tratamento com grandes volumes que são capazes de amortecer vazões em momento de pico, as EEEs são unidades isoladas que precisam ter capacidade de fazer bombeamento rápido dos efluentes sem risco de extravasamento. Além disso, as unidades deverão ser dimensionadas para atender as vazões de final de concessão (Ano 35).

Conforme mencionado anteriormente, a concepção proposta para o SES do Distrito Sede prevê a implantação de 2 EEEs, com as seguintes vazões estimadas:

- Vazão da EEE-01: 4,50 L/s;
- Vazão da EEE-02: 5,00 L/s.

Para o Distrito de São Jerônimo dos Poções não está sendo previstas EEEs, sendo todo o esgoto transportado por gravidade.

❑ **Principais Parâmetros Utilizados para o Dimensionamento das Linhas de Recalque e EEEs**

As Linhas de Recalque e as EEEs propostas deverão ser projetadas de acordo com as normas vigentes e de acordo com os principais parâmetros apresentados a seguir.

O dimensionamento das Linhas de Recalque leva em consideração o seu diâmetro, comprimento, vazão e material proposto.

Velocidade do Fluído

$$V = \frac{Q}{A}$$

Onde:

- V = Velocidade do fluído (m/s);
- Q = vazão de esgoto bruto (m^3/s) – é a vazão dos poços dos quais a adutora leva a produção;
- Área = área do escoamento (m).

O cálculo da velocidade do fluído é importante, pois, além de estar relacionado à perda de carga, e consequentemente ao custo energético, existem normas que definem limites para este valor.

O valor limite da velocidade em tubulações não podem passar de 3 m/s segundo a NBR 12208.

Perda de Carga

$$H_T = H_S + H_D + H_G$$

Sendo:

- HT: Perda de carga total (m);
- H_S: Perdas de cargas localizadas/singularidades (m):

$$H_S = \frac{k.v^2}{2g}$$

- H_D: Perdas de cargas distribuídas (m);

Fórmula de Hazen-Willians:

$$H_D = \frac{L \times 10{,}641 \times Q^{1,85}}{C^{1,85} \times D^{4,87}}$$

- H_G: Desnível Geométrico (m).

Destes:

- K = coeficiente de singularidades (depende do tipo de conexão ou equipamento instalado);
- g: aceleração da gravidade (m^2/s);
- L: comprimento da tubulação (m);
- C: coeficiente de rugosidade do material;
- D: diâmetro da tubulação (m).

❑ **Configuração Básica das EEEs e Linhas de Recalque**

As características das EEEs e das respectivas Linhas de Recalque, para fins de quantificação das obras e estimativas de custos, foram definidas com base em projetos similares já implantados pela ORBIS AMBIENTAL, utilizando-se como parâmetro a vazão estimada para cada unidade.

Com base nos critérios de dimensionamento anteriormente mencionados, na fase de elaboração dos Estudos e Projetos voltados para o SES de Campos Altos, deverão ser dimensionadas as EEEs e as Linhas de Recalque, a partir dos resultados da modelagem hidráulica, dos levantamentos topográficos e das características das Bacias de Esgotamento.

A princípio foram consideradas as seguintes características para as unidades em questão:

- EEE-01: Vazão de 4,50 L/s e Potência de 3 CV;
- EEE-02: Vazão de 5,00 L/s e Potência de 7 CV;
- Linha de Recalque LR-01, com diâmetro de 150 mm e 330,00 m de extensão;
- Linha de Recalque LR-02, com diâmetro de 150 mm e 270,00 m de extensão.

Figura 114: Localização sugerida para a ETE Distrito Sede

2.d.3. Descrição da Localização das Unidades que serão Utilizadas no Sistema de Esgotamento Sanitário

A localização das unidades de tratamento e de elevação de esgotos propostos para o SES de Campos Altos é detalhada nos subitens a seguir.

2.d.3.1. Estação de Tratamento de Esgoto

a) ETE – Distrito Sede

A área inicialmente sugerida para implantação da ETE do Distrito Sede encontra-se localizada junto à margem esquerda do Ribeirão Santa Rosa, nas proximidades dos Bairros Jardim Vale do Sol e Conjunto Habitacional Francisco D. da Silva, conforme mostra a figura a seguir.

b) ETE – Distrito de São Jerônimo dos Poções

Para o Distrito em questão está sendo considerada a implantação de uma ETE do tipo Compacta, cuja localização definitiva, considerando que não existe rede coletora de esgoto nesta localidade, será definida na fase de elaboração dos Estudos e Projetos. Todavia, a figura a seguir apresenta uma proposta preliminar para a localização da ETE Compacta.

Figura 115: Localização preliminar da ETE Compacta

2.d.3.2. Estações Elevatórias de Esgoto

Conforme já mencionado, serão implantadas 2 EEEs no Distrito Sede, sendo uma na região do Conjunto Habitacional Francisco D. da Silva e outra no Bairro Campos Altinho. Para o Distrito de São Jerônimo dos Poções não está sendo prevista a implantação de EEEs.

2.d.3.3. Representação Gráfica da Localização das Unidades

A figura a seguir apresenta a localização da ETE e das EEEs propostas para o SES do Distrito Sede de Campos Altos.

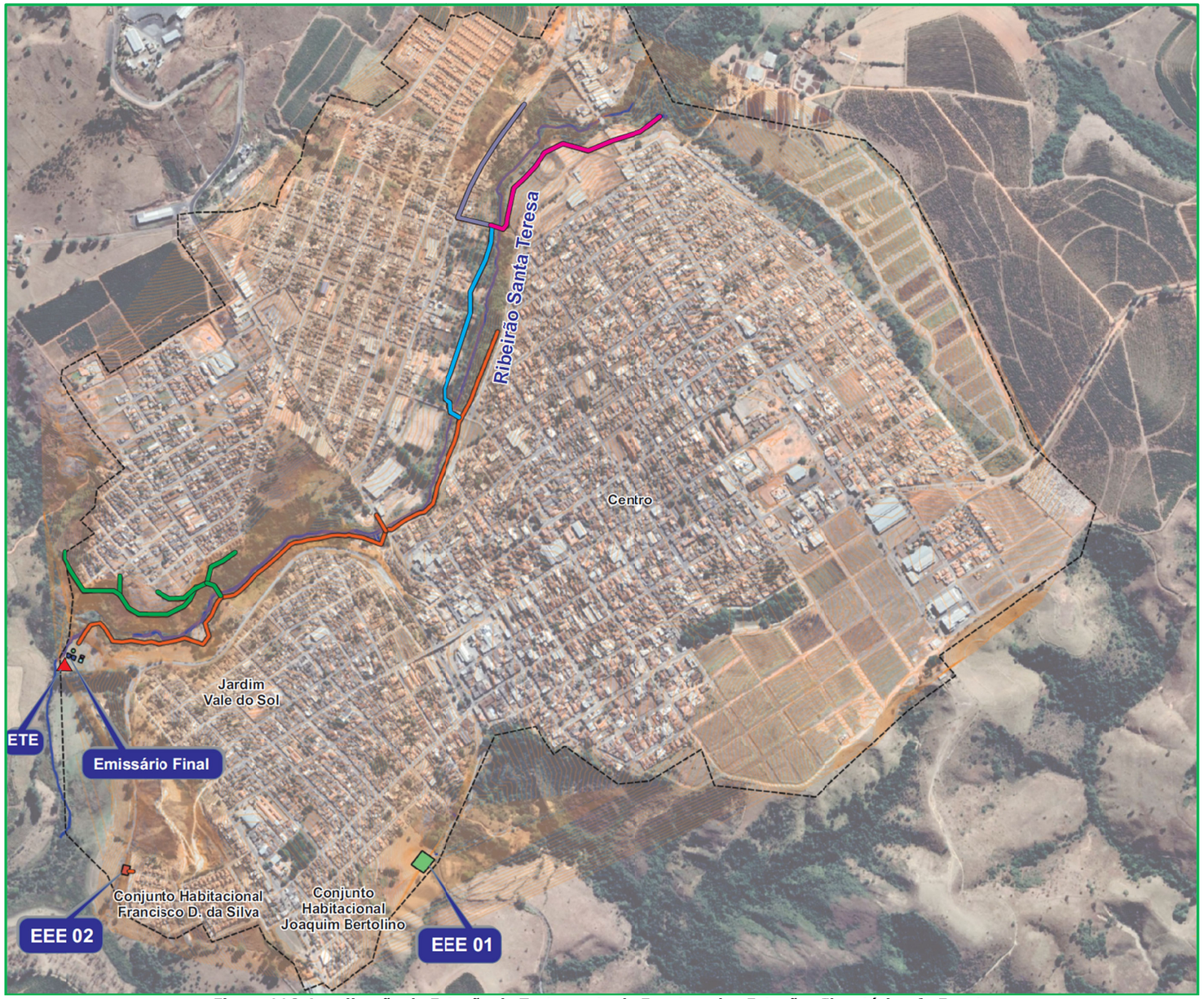


Figura 116: Localização da Estação de Tratamento de Esgoto e das Estações Elevatórias de Esgoto

2.d.4. Descrição Física das Unidades que serão Utilizadas no Sistema de Esgotamento Sanitário

2.d.4.1. ETE Distrito Sede

a) Tratamento Preliminar

❑ Sistema de Gradeamento

O sistema de Gradeamento tem a função de realizar a separação prévia de sólidos grosseiros, que caso não sejam removidos, são enviados para as etapas seguintes do tratamento, diminuindo sua eficiência.

Portanto, propõe-se a instalação de grades grossas e finas antes do desarenador do sistema, totalizando 2 grades finas e 2 médias.

❑ Desarenador

Serão construídas duas caixas de areia atuando uma como reserva, sendo localizado após as grades. A figura a seguir mostra funcionamento do sistema proposto.

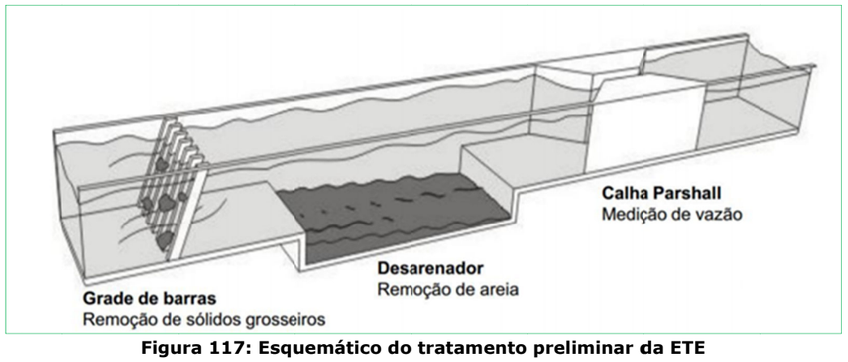


Figura 117: Esquemático do tratamento preliminar da ETE

Figura 118: Exemplo de um Sistema de Tratamento Preliminar

❑ Medidor de Vazão (Calha Parshall)

Propõe-se a implantação de uma calha Parshall para a ETE Distrito Sede de 6”, que suporta vazão mínima de 1,5 L/s (5,4 m³/h) e vazão máxima de 110,28 L/s (397 m³/h) (NBR/ISO 9826:2008), intervalo que abrange as vazões de projeto da ETE. A figura acima mostra um esquemático do funcionamento das três unidades que compõem o tratamento preliminar.

❑ Reator UASB

Procede-se inicialmente a inoculação do reator com quantidades suficientes de lodo anaeróbio, iniciando-se em seguida a sua alimentação em baixa taxa, no modo ascendente. Esse período inicial é referido como "start up" ou partida do sistema, constituindo-se na fase mais importante da operação do reator. A taxa de alimentação do reator deve ser aumentada progressivamente, de acordo com o sucesso da resposta do sistema, ocorrendo, após alguns meses de operação, o desenvolvimento de um leito de lodo bastante concentrado (4% a 10%, ou seja, em torno de 40.000 a 100.000 mgST/l) junto ao fundo do reator. O lodo é muito denso e com excelentes características de sedimentação. Pode ocorrer o desenvolvimento de grânulos de lodo ("diâmetros" de 1 a 5 mm), dependendo da natureza do lodo de

semeadura, das características das águas residuárias e das condições operacionais do reator.

Acima do leito de lodo, encontra-se uma zona de lodo mais dispersa, denominada manta de lodo, em que os sólidos apresentam velocidades de sedimentação mais baixas. A concentração do lodo nessa zona usualmente varia entre 1,5% e 3%. O sistema é auto misturado pelo movimento ascendente das bolhas do biogás e do fluxo de esgotos por meio do reator. Durante a partida do sistema, quando a produção de biogás é usualmente baixa, pode-se tornar necessária alguma forma de mistura adicional, como, por exemplo, por meio da recirculação do gás ou do efluente. A remoção do substrato ocorre por meio de todo o leito e manta de lodo, embora esta seja mais pronunciada no leito de lodo.

Com o movimento ascendente das bolhas de gás e do líquido, ocorre o carreamento de lodo, sendo necessária a instalação de um separador trifásico (gases, sólidos e líquidos) na parte superior do reator, de forma a permitir a retenção e o retorno do lodo. No entorno e acima do separador trifásico, configura-se uma câmara de sedimentação, no qual o lodo mais denso é removido da massa líquida e retornado ao compartimento de digestão, enquanto as partículas mais leves são perdidas do sistema juntamente com o efluente final.

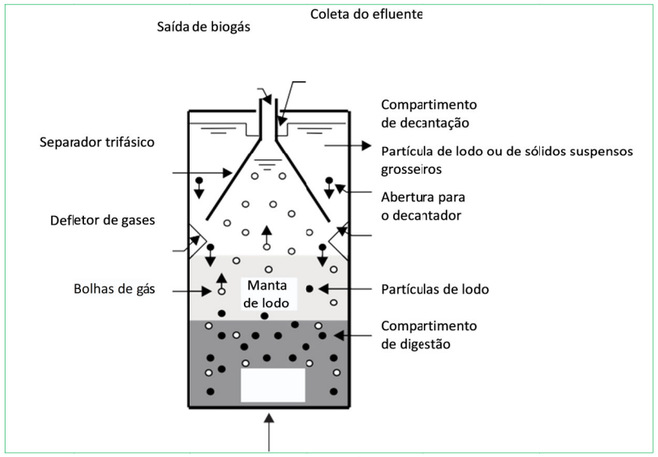


Figura 119: Desenho esquemático de um reator UASB

A instalação do separador de gases, sólidos e líquidos é que garante o retorno do lodo e a elevada capacidade de retenção de grandes quantidades de biomassa, de elevada atividade, sem a necessidade de qualquer tipo de meio suporte. Como resultado, os reatores UASB apresentam elevados tempos de residência celular (idade do lodo), bastante superiores aos tempos de detenção hidráulica, o que é uma característica dos sistemas anaeróbios de alta taxa. As idades de lodo verificadas em reatores UASB são usualmente superiores a 30 dias, propiciando ao lodo excedente, descartado do sistema, alto grau de estabilização.

O reator de manta de lodo é capaz de aceitar altas taxas de carga orgânica e a grande diferença, quando comparado com outros reatores de mesma geração, é a simplicidade construtiva e os baixos custos operacionais. Os princípios mais importantes que governam a operação de um reator de manta de lodo são os seguintes:

As características do fluxo ascendente devem assegurar o máximo contato entre a biomassa e o substrato.

Os "curtos-circuitos" devem ser evitados, de forma a garantir tempo suficiente para a degradação da matéria orgânica.

O sistema deve ter um dispositivo de separação de fases bem projetado, capaz de separar de forma adequada o biogás, o líquido e os sólidos, liberando os dois primeiros e permitindo a retenção do último.

O lodo na região da manta deve ser bem adaptado, com alta atividade metanogênica específica (AME) e excelente sedimentabilidade. Em relação à sedimentabilidade, o lodo granulado apresenta características bem melhores que as do lodo floculento.

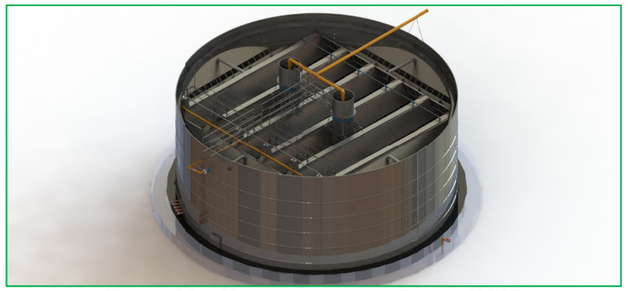


Figura 120: Vista geral de um Reator UASB

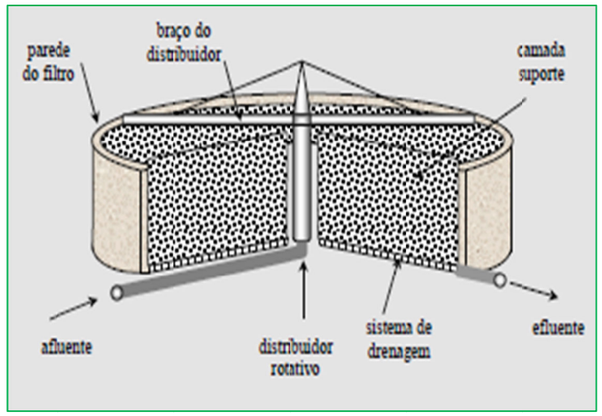


Figura 121: Detalhe de um Reator UASB

A altura de reatores de manta de lodo é função precípua do tipo de lodo, das cargas orgânicas aplicadas e/ou cargas hidráulicas volumétricas que definem as velocidades ascendentes impostas ao sistema.

❑ Filtro Aerado Submerso

A qualidade em nível secundário para o efluente do UASB será obtida através da aplicação de um Reator Biológico Aeróbio de Filme Fixo, no caso um Filtro Aerado Submerso, empregado como processo secundário de esgotos pré-decantados. Na prática, esse tipo de unidade é constituído de um tanque, tendo no seu interior um meio suporte, que no nosso caso será estruturado. São caracterizados como reatores que possuem três fases denominadas:

- Fase sólida: constituída do meio suporte e pelas colônias de micro-organismos que nele se desenvolvem, sob a forma de um filme biológico (biofilme);
- Fase líquida: composta pelo líquido que percola através do meio suporte;
- Fase gasosa: formada pela aeração artificial e menor escala pelos gases produzidos pelo processo biológico.

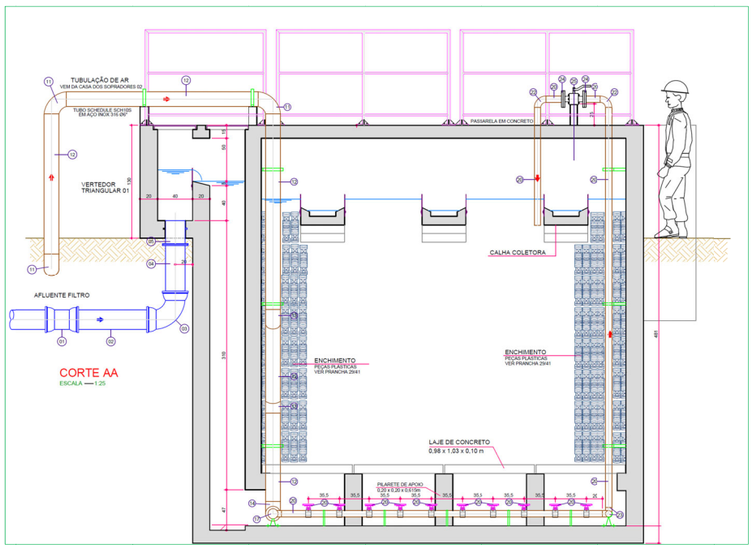


Figura 122: Seção esquemática dos Filtros Aerados Submersos

O fornecimento de ar para aeração será feito através de difusores de bolhas finas, colocados na parte inferior do filtro, sendo a alimentação do ar feita por sopradores. O lodo, produzido nessa última unidade, poderá ser secado diretamente ou poderá retornar para a elevatória no sentido de completar uma eventual digestão nos reatores UASB, sendo em conjunto ou em separado desidratado em leitos de secagem.

❑ Decantador Secundário

O Decantador Secundário é responsável pela separação dos sólidos em suspensão, provenientes do tratamento aeróbio, permitindo a saída de um efluente clarificado, e pela sedimentação dos sólidos em suspensão no fundo do Decantador, permitindo o retorno do lodo em concentração mais elevada.

O efluente do tratamento aeróbio é submetido à decantação, onde o lodo é separado, voltando para o reator anaeróbio. O retorno do lodo é necessário para suprir o reator com uma quantidade suficiente de micro-organismos e manter uma relação alimento/micro-organismo capaz de decompor com maior eficiência o material orgânico.

O efluente líquido oriundo do decantador secundário é descartado diretamente para o corpo receptor.

O Decantador Secundário utilizado a jusante dos Filtros Aerados Submersos é, normalmente, do tipo convencional. O dimensionamento é feito com base na taxa de escoamento superficial, uma vez que a concentração de sólidos suspensos no efluente do Filtro é relativamente baixa.

Dependendo do porte da estação de tratamento de esgotos, os decantadores secundários podem ter sistemas de remoção de lodo mecanizada ou por pressão hidráulica.

Figura 123: Desenho esquemático de um decantador secundário ilustrando o raspador de fundo

Figura 124: Decantador secundário com sensor e raspador de escuma

❑ Desidratação do Lodo

A ETE Distrito Sede contará com um sistema de tratamento de lodo composto por: Tanque de Equalização de vazões que irá receber e amortecer a vazão de lodo ao longo do dia e recalcará o lodo para o Adensador. Após a sedimentação do lodo, o mesmo será encaminhado para um Tanque de Armazenamento de Lodo Adensado, de onde seguirá para o decanter centrífugo.

Será utilizado um decanter centrífugo de desidratação com capacidade para desidratar lodo com teor de sólidos de até 3%, oriundo do Adensador de Lodo.

O Decanter Centrífugo deverá produzir um lodo desaguado com teor de sólidos de 20% e com p = 1.100 kg/m³.

O polieletrólito será dosado próximo à entrada da centrífuga, e sua aplicação será em um misturador colocado na linha de alimentação do lodo, próximo à entrada do decanter.

O lodo desidratado será acondicionado em caçamba tipo brook e posteriormente transportado até o local de destinação final a ser indicado pela PMCA.

❑ Sala de Apoio Operacional

A sala de apoio possuirá um almoxarifado, uma sala para suporte aos técnicos que precisarem fazer vistorias e manutenções na ETE, uma sala para painel elétrico e gerador de energia, uma da sala do operador e um sanitário para os funcionários.

Além disso, a sala de apoio possuirá um laboratório para realização de h) Fechamento e Segurança da Área da ETE

Propõe-se que seja feito o cercamento da ETE, de modo a evitar furtos ou a entrada de animais. Para tanto, está sendo prevista a execução da cerca de fechamento com telas de arame galvanizado, com 1,80 m de altura, ao redor da ETE.

A partir da implementação de energia elétrica, será instalada a iluminação no local, bem como um sistema de alarme e câmeras.

2.d.4.2. ETE – Distrito de São Jerônimo dos Poções

Para o Distrito de São Jerônimo dos Poções estima-se que ao final da Concessão, o SES atenderá aproximadamente 51 ligações. Dessa forma, a vazão média de esgoto a ser tratada será muito baixa, inferior a 1 L/s. dessa forma, está sendo considerada a implantação de uma ETE Compacta com capacidade para até 2 L/s, que atenderá com folga as vazões de contribuição de esgoto estimadas para todo o Período da Concessão.

A ETE Compacta possuirá eficiência média de remoção de DBO de 85%, sem remoção físico-química de nutrientes, sendo dotada de um Reator UASB e FAS.

2.d.4.3. Estações Elevatórias de Esgoto

O poço de sucção das EEEs será em anel de concreto, dimensionado para suportar a vazão máxima futura até o final do Período de Concessão.

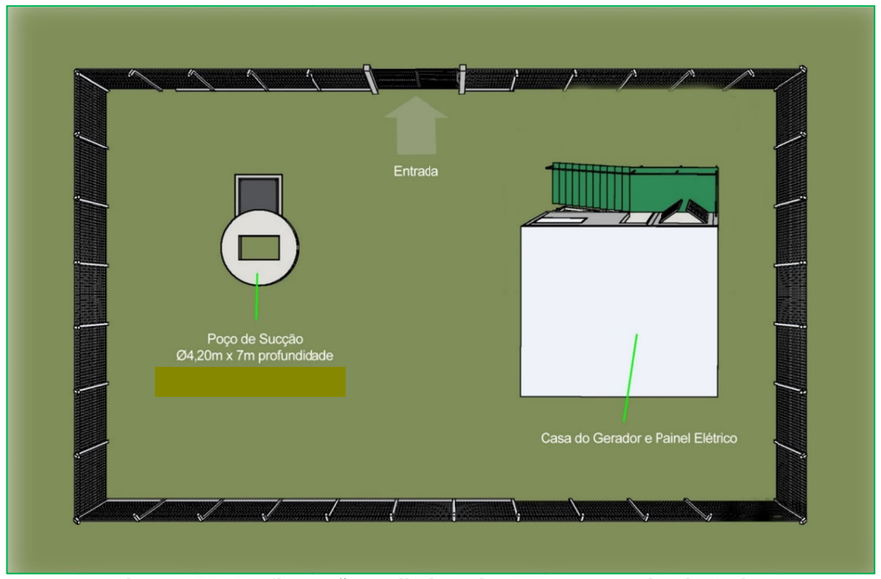


Figura 125: Configuração preliminar das EEEs a serem implantadas

Além do poço de sucção a área das EEEs contará com um abrigo para o painel elétrico do conjunto motobomba e para o armazenamento do gerador de energia elétrica, sendo utilizado quanto há eventuais paradas no fornecimento de energia pela rede elétrica da cidade.

As respectivas Linhas de Recalque que possuirão as seguintes características físicas:

⇨ Linha de Recalque LR-01:

- Extensão estimada da linha de recalque: 330 m;
- Diâmetro: 150 mm;
- Material: PVC DEFoFo.

⇨ Linha de Recalque LR-02:

- Extensão estimada da linha de recalque**:** 270 m;
- Diâmetro: 150 mm;
- Material: PVC DEFoFo.

2.e) Corpo Receptor

2.e) Corpo Receptor

Os estudos relacionados ao Corpo Receptor a ser adotado para o Sistema de Esgotamento Sanitário de Campos Altos são demonstrados neste item, contemplando:

- Descrição do(s) Corpo(s) Receptor(es) que serão Utilizados para o Lançamento de Efluentes Tratados;
- Avaliação dos Aspectos Ambientais Relacionados ao Corpo Receptor;
- Caracterização do(s) Corpo(s) Receptor(es) Quantitativamente e Qualitativamente.

2.e.1. Descrição do(s) Corpo(s) Receptor(es) que serão Utilizados para o Lançamento de Efluentes Tratados

Considerando-se as diferentes descargas de efluentes no Município de Campos altos, podem ser considerados corpos receptores:

- O Ribeirão Santa Teresa, que recebe os esgotos brutos da maior parte da rede coletora da Sede do município;
- Um córrego da Bacia do Rio São Francisco que recebe a contribuição de pequena monta do Bairro Camposaltinho;
- O Córrego Barreirinho que recebe efluentes provenientes da limpeza de filtros e decantadores são lançados diretamente no Córrego Barreirinho, sem tratamento prévio.

Desses, é o Ribeirão Santa Teresa o que apresenta maior interesse, tendo em vista que, recebe mais de 95,0% das vazões atuais de esgotos e manterá essa função, futuramente, quando o município contar com estação de tratamento.

Esse curso d'água tem como afluente o Córrego Engenho Novo, em Campos Altos, e deságua no Rio Misericórdia, no Município de Ibiá, a jusante do distrito de Tobati, conforme mostrado na figura a seguir.

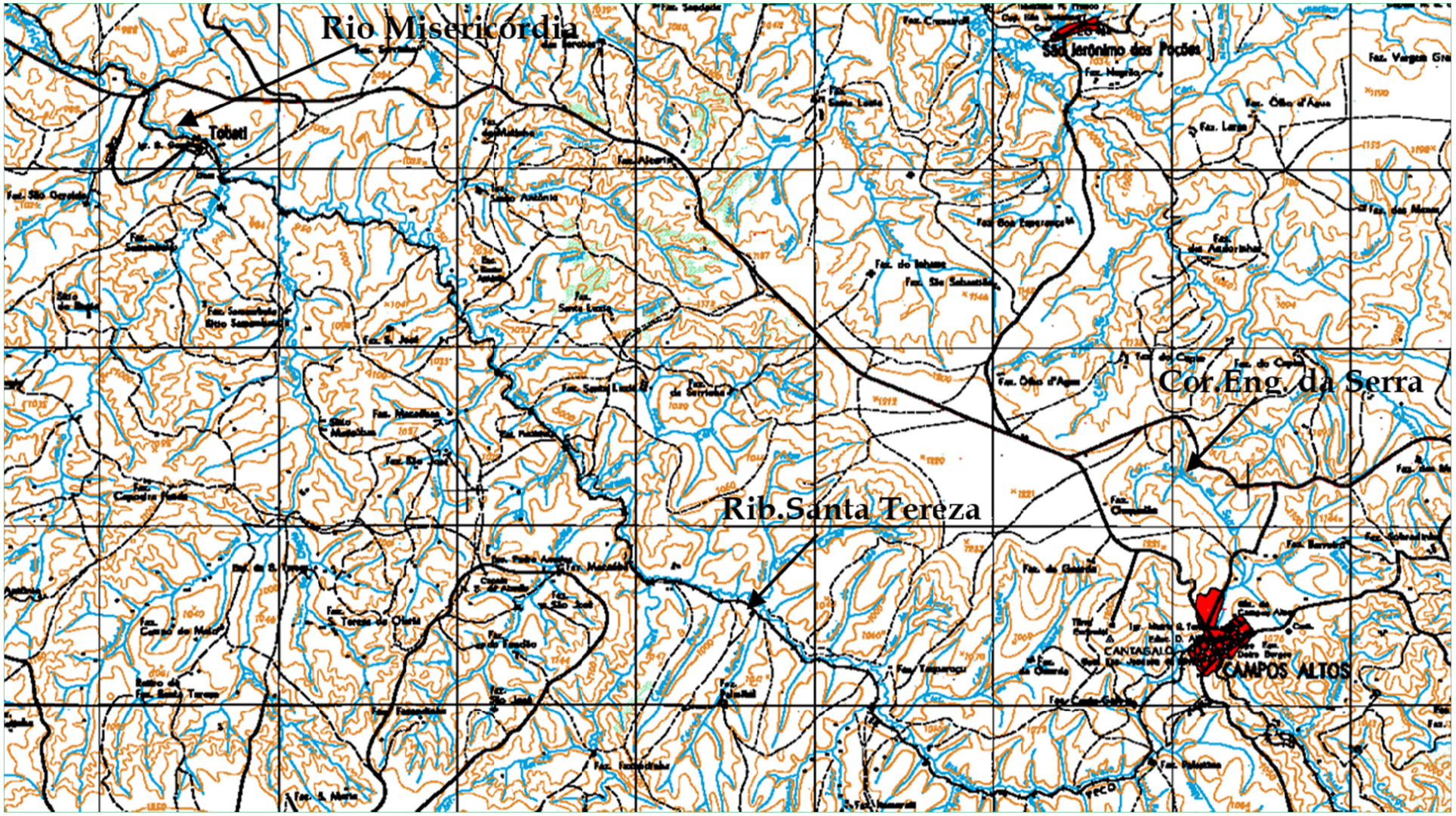


Figura 126: Localização do Ribeirão Santa Teresa

Fonte: Carta Campos Altos – Escala 1:100000 - IBGE

Por localizar-se na sub-bacia do Rio Memória, são aplicáveis à bacia do Ribeirão Santa Teresa as vazões específicas da primeira, ou seja:

- Vazão Mínima Específica - $q_{e7,10}$ = 6,37 L/s.Km² e
- Vazão Média Específica - q_{emes} = 22,50 L/s.Km² .

Em termos de enquadramento, cabe mencionar que em Minas Gerais a elaboração e aprovação do enquadramento dos corpos de água em classes, segundo seus usos preponderantes competem à Agência de Bacia Hidrográfica ou Entidade a ela equiparada e, na sua ausência, ao Instituto Mineiro de Gestão das Águas – IGAM, enquanto órgão gestor de recursos hídricos, a elaboração dessa proposta para discussão e aprovação pelo respectivo Comitê de Bacia Hidrográfica, que o encaminhará ao Conselho Estadual de Recursos Hídricos– CERH-MG para deliberação.

Para tanto incidem, além das normas federais Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005, Resolução CONAMA nº 396, de 03 de abril de 2008 e Resolução CNRH n.º 91, de 05 de novembro de 2008, incidem as disposições mineiras:

- Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG nº 01, de 05 de maio de 2008, que dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes e Deliberação Normativa Conjunta COPAM-CERH-MG 06, de 14 de setembro de 2017setembro de 2017, que dispõe sobre procedimentos gerais para o enquadramento de corpos de água superficiais;
- Cabe observar que até o presente momento, não foi concluído o enquadramento dos cursos d'água da Bacia Hidrográfica do Rio Araguari, à qual pertence o Ribeirão Santa Teresa. Para fins desta proposta será admitido o enquadramento da bacia do ribeirão como de classe 2.

2.e.2. Avaliação dos Aspectos Ambientais Relacionados ao Corpo Receptor

Em Campos Altos, o Ribeirão Santa Teresa é um curso d'água de caráter urbano, uma vez que significativa extensão de seu leito está situada dentro da cidade. Essa condição sujeita o ribeirão a cargas poluidoras próprias das áreas urbanizadas, como lançamentos de águas superficiais de origem pluvial, efluentes de lavagens externas de edificações e do sistema viário, bem como de resíduos sólidos variados como lixo e terra.

Não obstante tal vulnerabilidade, o ribeirão ainda recebe esgotos "in natura" lançados de distintos pontos da rede coletora, como indica a figura a seguir, uma vez que o município de Campos Altos ainda não conta com estação de tratamento de esgotos.

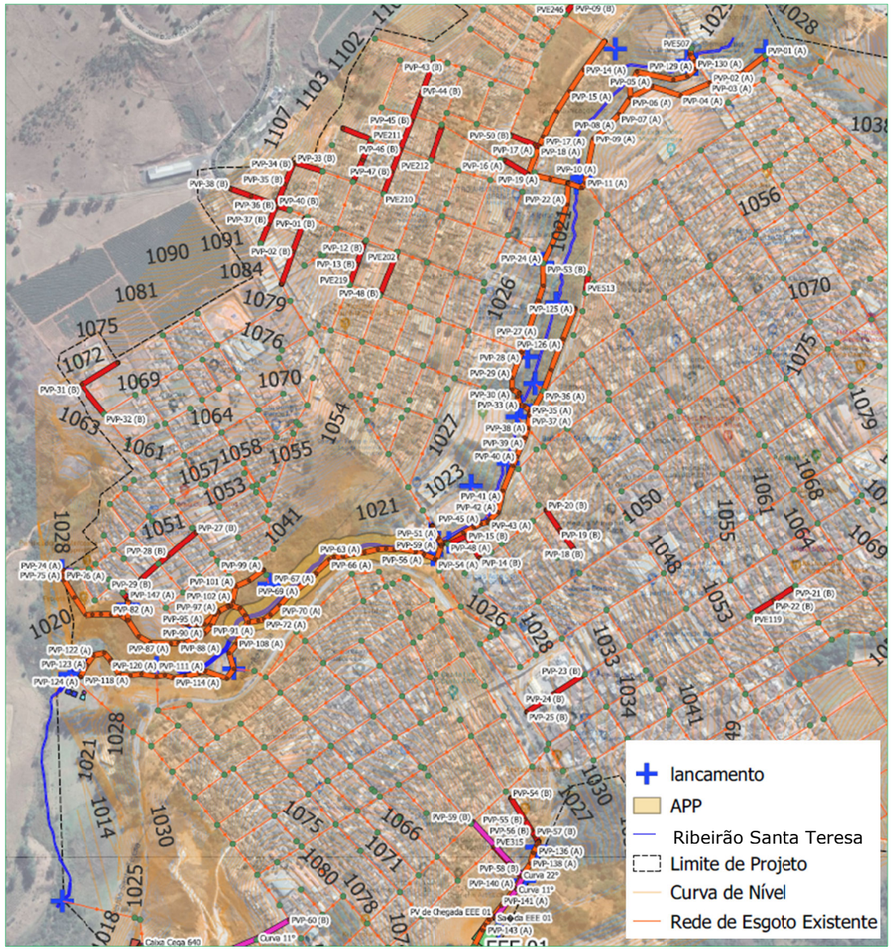


Figura 127: Pontos de Lançamento no Ribeirão Santa Teresa
Fonte: PMSB Campos Altos - MG

A descarga de esgotos no ribeirão pode causar uma série de problemas sanitários, ambientais e econômicos, destacando-se:

- Degradação da qualidade das águas devido à elevação acentuada da DBO-Demanda Bioquímica de Oxigênio (indicadora do teor de matéria orgânica), redução do teor de oxigênio dissolvido, aumento das concentrações de nutrientes como fósforo, de componentes tóxicos (tais como metais pesados, orgânicos complexos e fenóis), de óleos e graxas, e outros;
- Danos à flora e fauna aquática, com a redução e mesmo supressão de qualquer forma de vida aeróbica;
- Redução ou impedimento da utilização das águas para abastecimento urbano, irrigação de culturas, dessedentação de animais, recreação, lazer e prática de esportes náuticos em função do risco de contração e propagação de enfermidades transmissíveis tais como cólera, disenteria, meningite, amebíase e hepatites A e B, face à presença de microrganismos patogênicos, e risco de intoxicação pela presença de componentes químicos tóxicos nas águas;
- Ocorrência de maus odores incômodos;
- Ocorrência de aumento de sedimentação de sólidos e redução da calha do rio.

O problema ambiental maior decorre da redução do oxigênio dissolvido, que ocorre por aumento da presença de matéria orgânica biodegradável, que para sua estabilização demanda oxigênio dissolvido na massa líquida.

Como a recuperação desse oxigênio, por refração da atmosfera e via fotossíntese, principalmente, é muito mais lenta do que a desoxigenação do rio, este pode apresentar longos trechos com os problemas acima mencionados.

Não raro, podem ocorrer episódios de mortandade de peixes e outros organismos aquáticos.

A presença de matéria orgânica se dá de forma direta, já que compostos orgânicos estão presentes em grande quantidade nos esgotos, e indireta, em decorrência da eutrofização acelerada, que acaba produzindo massas biodegradáveis significativas. A eutrofização por sua vez é provocada pela

presença excessiva de nutrientes como fósforo e formas de nitrogênio nos esgotos.

Face à presença de vários pontos de lançamento no Ribeirão Santa Teresa, é de se esperar que os problemas ocorram de forma progressiva, à medida que a concentração de DBO vá aumentando de montante para jusante no trecho das descargas.

Passado tal trecho a DBO deve diminuir até que, se não houver novos locais de lançamento, o ribeirão recupere sua condição inicial.

No caso do oxigênio dissolvido, os processos de desoxigenação e reaeração ocorrem simultaneamente, mas só vai prevalecer o segundo quando tiver havido significativa redução da matéria orgânica presente. Sendo assim o oxigênio irá diminuir até um valor mínimo, que pode ser zero, e só então começar a aumentar e atingir a sua condição inicial. Dependendo das cargas lançadas e das características do rio, o trecho com condições anaeróbias (sem oxigênio) pode ser extenso.

Considerando a situação futura, com o sistema tratando os esgotos, esse problema mudará drasticamente, pois serão suprimidos os pontos atuais de descarga e haverá apenas um, referente à Estação de Tratamento, cuja DBO e teores de nutrientes de saída serão muito inferiores aos dos esgotos brutos.

A recuperação da qualidade das águas do Ribeirão Santa Teresa, após a implantação da Estação de Tratamento deverá ocorrer de modo progressivo e tão rápido quanto forem feitas as supressões dos lançamentos atuais.

Por ocasião da visita técnica foi informada a provável localização da futura ETE. Considerando a localização proposta, é possível que, em virtude da proximidade de residências, a menos de 200 m, haja incômodo para os moradores das mesmas, dependendo das direções predominantes de ventos.

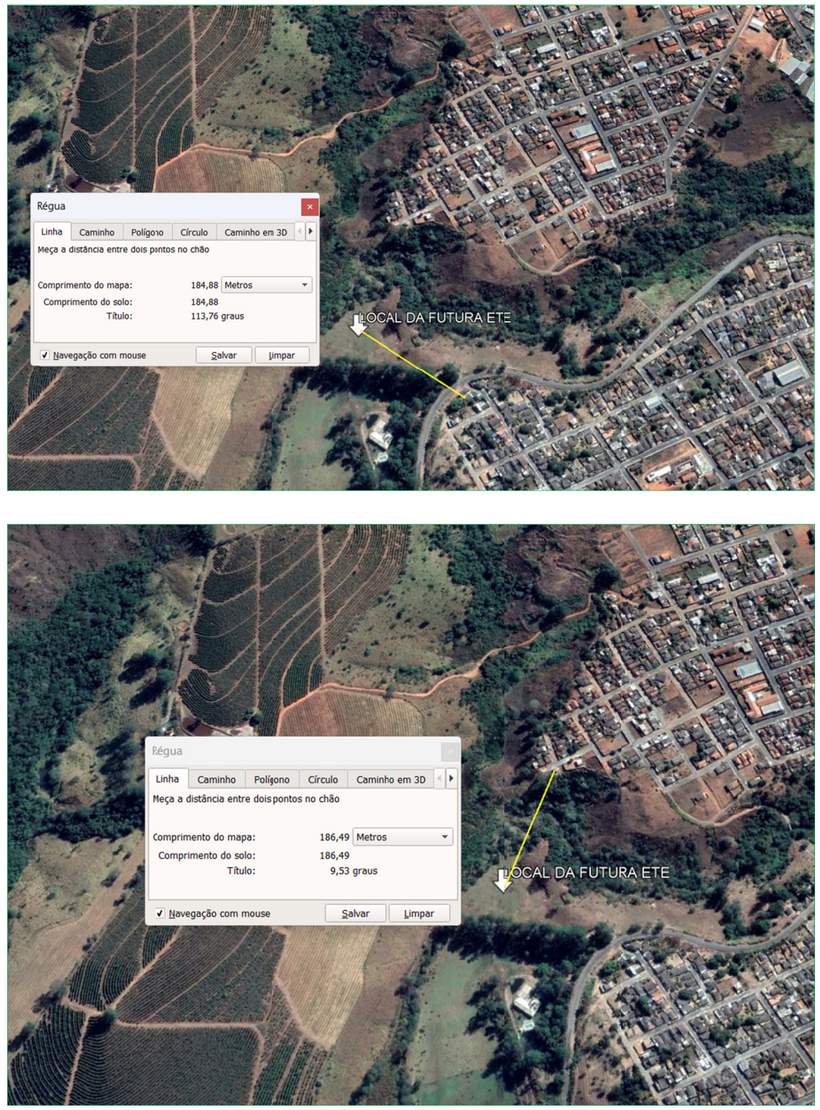


Figura 128: Localização da Futura ETE e Proximidade a Residências

Fonte: Plataforma Google Earth/Equipe Técnica da Proponente, 2023.

Para se minorar esse tipo de problema, caso necessário, a Estação será equipada com sistemas específicos de redução de odores, que empregam tecnologias como lavagem de gases ou utilização de produtos químicos.

Figura 129: Descarga de Esgotos no Ribeirão Santa Teresa

Fonte: PMSB Campos Altos - MG

2.e.3. Caracterização do(s) Corpo(s) Receptor(es) Quantitativamente e Qualitativamente

O corpo receptor, Ribeirão Santa Teresa, do ponto de vista quantitativo, pode ter sua vazão mínima $Q_{7,10}$ estimada no local próximo ao previsto para implantação a ETE, através da vazão específica da sub-bacia do Rio Misericórdia e da área de drenagem do curso d'água relativa a esse ponto.

A vazão mínima é, pois, dada por:

$$Q_{7,10} = qe_{7,10} * A$$

No caso tem-se:

$qe_{7,10}$ = 6,37 L/s.km²

A = 22,53 km²

e, portanto:

$Q_{7,10}$ = 143,52 L/s.

A vazão média pode ser obtida de modo análogo considerando a vazão média específica, disponível em mapa constante no "Diagnóstico das Disponibilidades Hídricas da Bacia Hidrográfica", que compõe o Plano Diretor da Bacia do Rio Araguari, como se viu anteriormente.

Nesse caso, a vazão média é dada por:

$$Q_{med} = q_{emed} * A$$

No caso tem-se:

q_{emes} = 22,50 L/s.km² (valor interpolado)

A = 22,53 km²

e, portanto:

Q_{med} = 506,93 L/s.

No que se refere à caracterização qualitativa do corpo receptor, cabem as considerações a seguir:

- A qualidade das águas pode ser avaliada de diferentes maneiras, em função do objetivo dessa avaliação;

- Em geral, órgãos de gestão ambiental ou de recursos hídricos, tais como o IGAM- Instituto Mineiro de Gestão das Águas, controlam a qualidade das águas com o objetivo da avaliar sua evolução ao longo do tempo. Tal prática permite, entre outros objetivos, aferir os resultados de políticas ambientais do governo, acompanhar e informar à população a qualidade ambiental das principais bacias hidrográficas. Para tanto, utiliza de índices, calculados a partir de metodologias específicas, que empregam valores medidos no campo e/ou em laboratórios em amostras coletadas nos cursos d'água, em pontos estrategicamente definidos, que formam a denominada rede de monitoramento;
- O Ribeirão Santa Teresa não conta com ponto da rede de monitoramento de qualidade de águas superficiais do IGAM;
- O ponto de mais próximo localiza-se no Rio Misericórdia, próximo ao município de Ibiá, tendo por código PB-042, a cerca de 45 km do local destinado à implantação ETE Campos Altos;
- As informações de qualidade das águas do ponto mencionado são indicativas da situação da bacia, mas podem, evidentemente, ser bem distintas daquelas referentes ao corpo receptor dos efluentes de Campos Altos;
- Os índices empregados com mais frequência nos trabalhos do IGAM são o IQA-Índice de Qualidade das Águas, CT-Contaminantes Tóxicos e IET- Índice de Estado Trófico, descritos a seguir.

As informações apresentadas encontram-se no relatório "Resumo Executivo Anual: Avaliação da Qualidade das Águas Superficiais em Minas Gerais 2022: Ano Base 2021", de autoria do IGAM, obtida no endereço http://www.repositorioigam.meioambiente.mg.gov.br/jspui/handle/123456789/4208.

O Índice de Qualidade das Águas – IQA foi desenvolvido pela *National Sanitation Foundation* dos Estados Unidos, através de pesquisa de opinião junto a vários especialistas da área ambiental, quando cada técnico selecionou, a seu critério, os parâmetros relevantes para avaliar a qualidade das águas e estipulou, para cada um deles, um peso relativo na série de parâmetros especificados.

O tratamento dos dados da mencionada pesquisa definiu um conjunto de nove parâmetros considerados mais representativos para a caracterização da qualidade das águas: oxigênio dissolvido, coliformes termotolerantes, pH, demanda bioquímica de oxigênio, nitrato, fosfato total, variação da temperatura da água, turbidez e sólidos totais. A cada parâmetro foi atribuído um peso, conforme apresentado na tabela a seguir:

Tabela 78: Parâmetros do IQA

Parâmetro	Peso – wi
Oxigênio dissolvido – OD (%ODSat)	0,17
Coliformes termotolerantes*(NMP/100mL)	0,15
pH	0,12
Demanda bioquímica de oxigênio – DBO (mg/L)	0,10
Nitratos (mg/L NO3-)**	0,10
Fosfato total (mg/L PO4-2)	0,10
Variação da temperatura (°C)	0,10
Turbidez (UNT)	0,08
Sólidos totais (mg/L)	0,08

Fonte: Resumo Executivo Anual: Avaliação da Qualidade das Águas Superficiais em Minas Gerais 2022: Ano Base 2021

As metodologias para o cálculo do IQA consideram duas formulações, uma aditiva e outra multiplicativa. Neste trabalho, adota-se o IQA multiplicativo, ou seja, o produtório ponderado das qualidades de água correspondentes às variáveis que integram o índice utiliza o que é calculado pela seguinte equação:

$$IQA = \prod_{i=1}^{9} qi^{wi}$$

Onde:

- IQA = Índice de Qualidade de Água, variando de 0 a 100;
- q_i = qualidade do parâmetro i obtido através da curva média específica de qualidade;
- w_i = peso atribuído ao parâmetro, em função de sua importância na qualidade, entre 0 e 1.

Para o cálculo do IQA são consideradas algumas condições. Na ausência de resultado do parâmetro oxigênio dissolvido e/ou coliformes termotolerantes/E.coli, o sistema não calcula o indicador. Em relação à ausência dos demais parâmetros, o sistema redefine os pesos correspondentes, de modo a ser obtido um resultado final compatível, ou seja, o peso é repartido igualmente entre os demais parâmetros.

As curvas médias de qualidade de cada parâmetro, bem como as respectivas equações que são utilizadas no cálculo do IQA estão apresentadas a seguir. Ressalta-se que no âmbito do Projeto Águas de Minas, para o cálculo do IQA considera-se o qs da variação de temperatura constante e igual a 92. Os valores do índice variam entre 0 e 100, conforme a tabela a seguir. Assim definido, o IQA reflete a interferência por esgotos domésticos e outros materiais orgânicos, nutrientes e sólidos.

Tabela 79: Classificação do Índice de Qualidade das Águas – IQA

Valor do IQA	Classes	Significado
90 < IQA ≤ 100	Excelente	Águas apropriadas para tratamento convencional visando ao abastecimento público.
70 < IQA ≤ 90	Bom	
50 < IQA ≤ 70	Médio	
25 < IQA ≤ 50	Ruim	Águas impróprias para tratamento convencional visando ao abastecimento público, sendo necessários tratamentos mais avançados.
IQA ≤ 25	Muito Ruim	

Fonte: Resumo Executivo Anual: Avaliação da Qualidade das Águas Superficiais em Minas Gerais 2022: Ano Base 2021

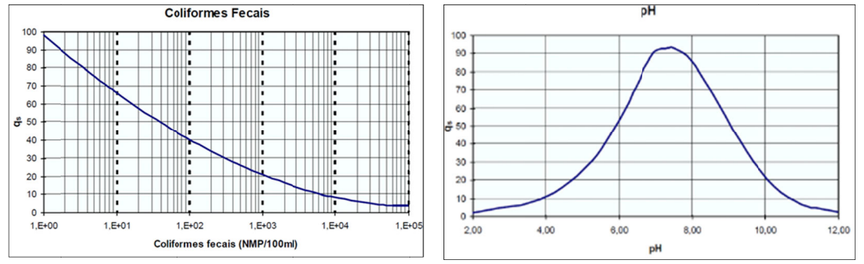


Figura 130: Curvas Médias de Qualidade dos Parâmetros do IQA

Fonte: Resumo Executivo Anual: Avaliação da Qualidade das Águas Superficiais em Minas Gerais 2022: Ano Base 2021

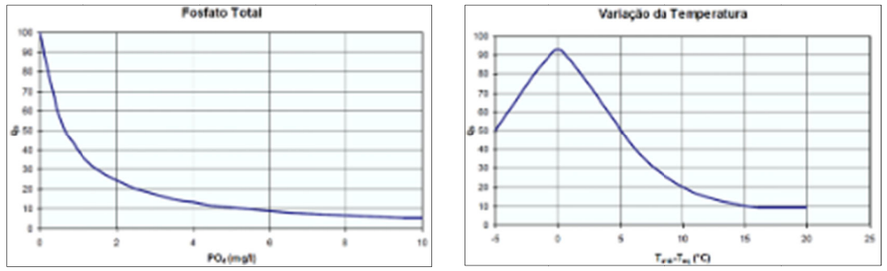


Figura 131: Curvas Médias de Qualidade dos Parâmetros do IQA

Fonte: Resumo Executivo Anual: Avaliação da Qualidade das Águas Superficiais em Minas Gerais 2022: Ano Base 2021

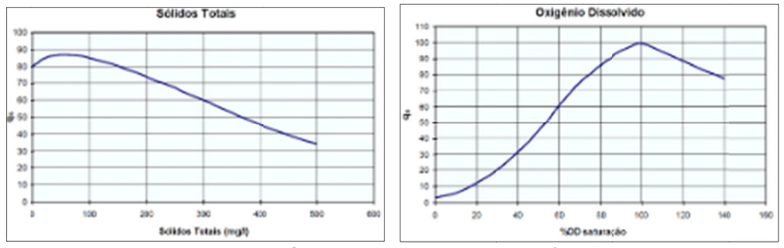


Figura 132: Curvas Médias de Qualidade dos Parâmetros do IQA

Fonte: Resumo Executivo Anual: Avaliação da Qualidade das Águas Superficiais em Minas Gerais 2022: Ano Base 2021

O CT- Contaminação por Tóxicos avalia a presença de 13 substâncias tóxicas nos corpos de água, quais sejam: arsênio total, bário total, cádmio total, chumbo total, cianeto livre, cobre dissolvido, cromo total, fenóis totais, mercúrio total, nitrito, nitrato, nitrogênio amoniacal total e zinco total.

Os resultados das análises laboratoriais são comparados com os limites definidos nas classes de enquadramento dos corpos de água pelo Conselho Estadual de Política Ambiental - COPAM e Conselho Estadual de Recursos Hídricos de Minas Gerais - CERH-MG, na Deliberação Normativa Conjunta nº 01/08. A tabela a seguir apresenta as três faixas de classificação para o indicador Contaminação por Tóxicos, bem como o significado de cada uma delas.

Tabela 80: Classes da Contaminação por Tóxicos e seus significados

Valor CT em relação à classe de enquadramento	Contaminação	Significado
Concentração ≤ 1,2 P	Baixa	Refere-se à ocorrência de substâncias tóxicas em concentrações que excedem em até 20% o limite de classe de enquadramento do trecho do corpo de água onde se localiza a estação de amostragem.
1,2 P < Concentração ≤ 2 P	Média	Refere-se à faixa de concentração que ultrapasse os limites mencionados no intervalo de 20% a 100%.
Concentração > 2P	Alta	Refere-se às concentrações que excedem em mais de 100% os limites.

Nota: Limite de classe definido na Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG nº 01/2008

Fonte: Resumo Executivo Anual: Avaliação da Qualidade das Águas Superficiais em Minas Gerais 2022: Ano Base 2021

O IET-Índice de Estado Trófico tem por finalidade classificar corpos de água em diferentes graus de trofia, ou seja, avaliar a qualidade da água quanto ao enriquecimento por nutrientes e seu efeito relacionado ao crescimento excessivo do fitoplâncton. Os resultados correspondentes ao fósforo, IET(P), devem ser entendidos como uma medida do potencial de eutrofização, já que este nutriente atua como o agente causador do processo. A parte correspondente à clorofila-a, IET (CL), por sua vez, deve ser considerada como uma medida da resposta do corpo hídrico ao agente causador, indicando de forma adequada o nível de crescimento do fitoplâncton devido ao enriquecimento de nutrientes. (ANA, 2020).

Para a classificação deste índice em cursos d'água são adotados os estados de trofia da tabela a seguir.

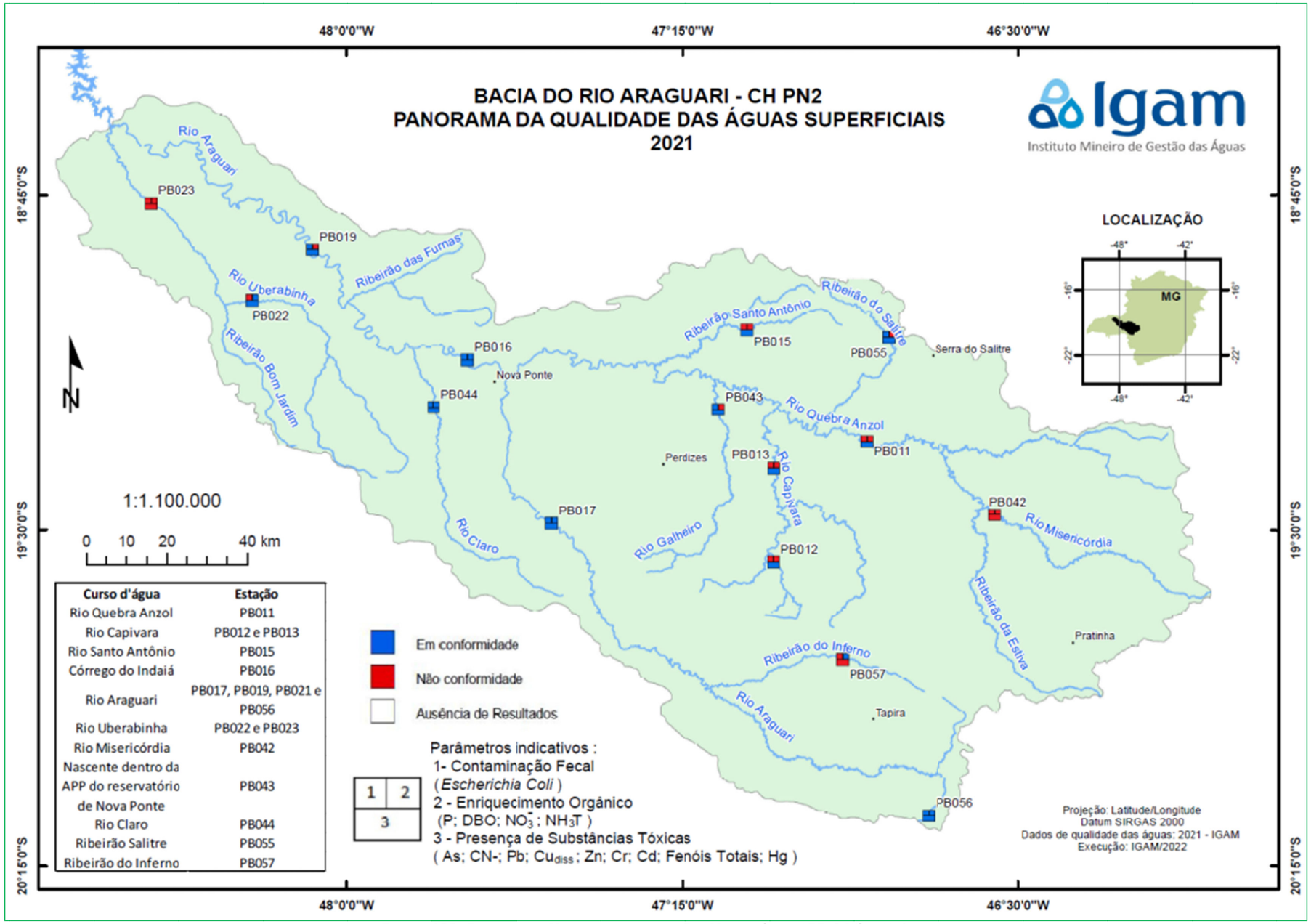
Tabela 81: Classes de Índices de Estado Trófico (Rios) e seu Significado

Valor IET	Classes	Significado
IET ≤ 47	Ultraoligotrófica	Corpos de água limpos, de produtividade muito baixa e concentrações insignificantes de nutrientes que acarretam em prejuízos aos usos da água.
47 < IET ≤ 52	Oligotrófica	Corpos de água limpos, de baixa produtividade, em que não ocorrem interferências indesejáveis sobre o uso da água, decorrentes da presença de nutrientes.
52 < IET ≤ 59	Mesotrófica	Corpos de água com produtividade intermediária, com possíveis implicações sobre a qualidade de água, em níveis aceitáveis, na maioria dos casos.
59 < IET ≤ 63	Eutrófica	Corpos de água com alta produtividade em relação às condições naturais, com redução da transparência, em geral afetados por atividades antrópicas, nos quais ocorrem alterações indesejáveis na qualidade da água decorrentes do aumento da concentração de nutrientes e interferências nos seus múltiplos usos.
63 < IET ≤ 67	Supereutrófica	Corpos de água com alta produtividade em relação às condições naturais, de baixa transparência, em geral afetados por atividades antrópicas, nos quais ocorrem com frequência alterações indesejáveis na qualidade da água, como a ocorrência de episódios de florações de algas, e interferências nos seus múltiplos usos.
IET > 67	Hipereutrófica	Corpos de água afetados significativamente pelas elevadas concentrações de matéria orgânica e nutrientes, com comprometimento acentuado nos seus usos, associado a episódios de florações de algas ou mortandades de peixes, com consequências indesejáveis para seus múltiplos usos, inclusive sobre as atividades pecuárias nas regiões ribeirinhas.

Fonte: Resumo Executivo Anual: Avaliação da Qualidade das Águas Superficiais em Minas Gerais 2022: Ano Base 2021

Os resultados referentes ao ponto PB-042, para os anos de 2020 e 2021, apresentados no relatório do IGAM mencionado anteriormente, são reproduzidos nas figuras a seguir. Como se pode observar:

- O IQA se manteve em torno de 50 o que o classifica como médio;
- O CT passou de baixo para médio de um ano para o outro pela presença de fenóis; e
- O EIT entre 52 e 59, face à concentração de fósforo, dá a conotação de mesotrófica.



Curso d'água	Estação
Rio Quebra Anzol	PB011
Rio Capivara	PB012 e PB013
Rio Santo Antônio	PB015
Córrego do Indaiá	PB016
Rio Araguari	PB017, PB019, PB021 e PB056
Rio Uberabinha	PB022 e PB023
Rio Misericórdia	PB042
Nascente dentro da APP do reservatório de Nova Ponte	PB043
Rio Claro	PB044
Ribeirão Salitre	PB055
Ribeirão do Inferno	PB057

Figura 133: Resultados Monitoramento do Rio Misericórdia (PB-042) e Outros

Fonte: Resumo Executivo Anual: Avaliação da Qualidade das Águas Superficiais em Minas Gerais 2022: Ano Base 2021

Bacia Hidrográfica	Circunscrição Hidrográfica	Corpo de água	Estação	Municípios	INDICADORES – Resultados dos indicadores em 2021 – IQA 2020	IQA 2021	CT 2020	CT 2021	IET 2020	IET 2021	Comparação Indicadores 2020/2021 – IQA	CT	IET	PARÂMETROS QUE NÃO ATENDERAM O LIMITE LEGAL – Mapa do Panorama de Qualidade das Águas em 2021 – Parâmetros indicativos de: Contaminação Fecal	Enrriquecimento orgânico	Substâncias tóxicas
Rio Paranaíba	PN2 - Rio Araguari	Rio Misericórdia	PB042	IBIÁ	50,3	50	BAIXA	MÉDIA	54,4	56,1	😐	☹	😐	*Escherichia coli.*	Fósforo total.	Fenóis totais.
		Rio Quebra Anzol	PB011	PERDIZES, SERRA DO SALITRE	61,6	64,9	BAIXA	BAIXA	53,3	56,3	😐	☺	😐	*Escherichia coli.*	Fósforo total.	---
		Rio Uberabinha	PB022	UBERLÂNDIA	66,7	67,1	BAIXA	BAIXA	50,3	51,2	😐	☺	😐	*Escherichia coli.*	---	---
			PB023	UBERLÂNDIA	53,2	52,7	ALTA	ALTA	57,5	60,2	😐	☹	☹	*Escherichia coli.*	Demanda Bioquímica de Oxigênio, Fósforo total, Nitrogênio amoniacal total.	Fenóis totais.
		Rio Araguari	PB021	ARAGUARI, TUPACIGUARA	76,9	79,6	BAIXA	BAIXA	53,3	51,7	😐	☺	☺	---	---	---
			PB019	ARAGUARI, UBERLÂNDIA	74	77,6	BAIXA	BAIXA	50,9	51,5	😐	☺	😐	---	Fósforo total.	---
			PB017	SACRAMENTO, SANTA JULIANA	65	76,4	BAIXA	BAIXA	54,5	51,9	☺	☺	☺	---	---	---
			PB056	SÃO ROQUE DE MINAS	77	84	BAIXA	BAIXA	49,8	51,4	😐	☺	😐	---	---	---

☺ O indicador melhorou ou manteve-se na melhor condição de qualidade
😐 O indicador manteve-se na mesma qualidade da ano anterior
☹ O indicador piorou ou manteve-se na pior condição de qualidade
* Ponto sem resultado

--- Todos os resultados dos indicativos correspondentes estiveram em conformidade

Figura 134: Resultados Monitoramento do Rio Misericórdia (PB-042) e Outros

Fonte: Resumo Executivo Anual: Avaliação da Qualidade das Águas Superficiais em Minas Gerais 2022: Ano Base 2021

Como mencionado, a qualidade das águas aferida pelos índices apresentados no ponto da rede em Ibiá não representa a qualidade das águas no Ribeirão Santa Teresa, porém pode estar sendo afetada pela por ela.

Isso se deve ao fato de que, independentemente de não haver dados de monitoramento disponíveis para o ribeirão, seja de se esperar que sua qualidade não seja boa a jusante dos pontos de descarga e esteja sendo degradada devido aos lançamentos de esgotos brutos que o mesmo recebe.

De acordo com o Atlas Esgoto, publicado pela ANA-Agência Nacional das Águas, em 2017, o município de Campos Altos gera uma carga de DBO de 734,5 kg/dia e lança nos corpos receptores cerca de 16 L/s de esgoto com uma carga de DBO de cerca de 729 kg/dia.

Não é possível mensurar os danos que os efluentes estão causando aos corpos receptores mencionados, em especial ao Ribeirão Santa Teresa, sem a realização de medidas e análises laboratoriais sistemáticas, porém com os dados do Atlas e adotando-se a vazão mínima do rio, mencionada anteriormente nesta proposta, é possível se estimar o impacto negativo do lançamento dos esgotos no ribeirão.

Para tanto, admita-se que toda carga seja lançada no local onde a futura ETE deverá descarregar os efluentes, e que nesse ponto o rio ainda não esteja poluído. Nesse caso, poder-se-ia ter, na condição de vazão mínima:

- $Q_{7,10}$ = 143,52 L/s;
- DBO_{rio} = 2,0 mg/l.

e a carga de DBO no rio nesse caso seria igual a 24,6 Kg/dia.

Com o lançamento dos esgotos brutos haveria um acréscimo igual a 729 Kg/dia e com isso a carga no rio passaria a ser 753,6 Kg/dia.

Admitindo-se a vazão após o lançamento igual a soma da vazão do rio com a de esgotos, ter-se-ia 159,52 L/s.

A concentração de DBO resultante logo após o lançamento seria então 54,67 mg/l, teor bastante elevado, com capacidade de reduzir drasticamente o oxigênio dissolvido causando graves prejuízos à qualidade das águas do ribeirão e a todas as formas de vida delas dependentes.

Trata-se de uma situação hipotética, evidentemente, mas que ilustra os elevados danos que os lançamentos “in natura” no corpo receptor podem causar à qualidade de suas águas.

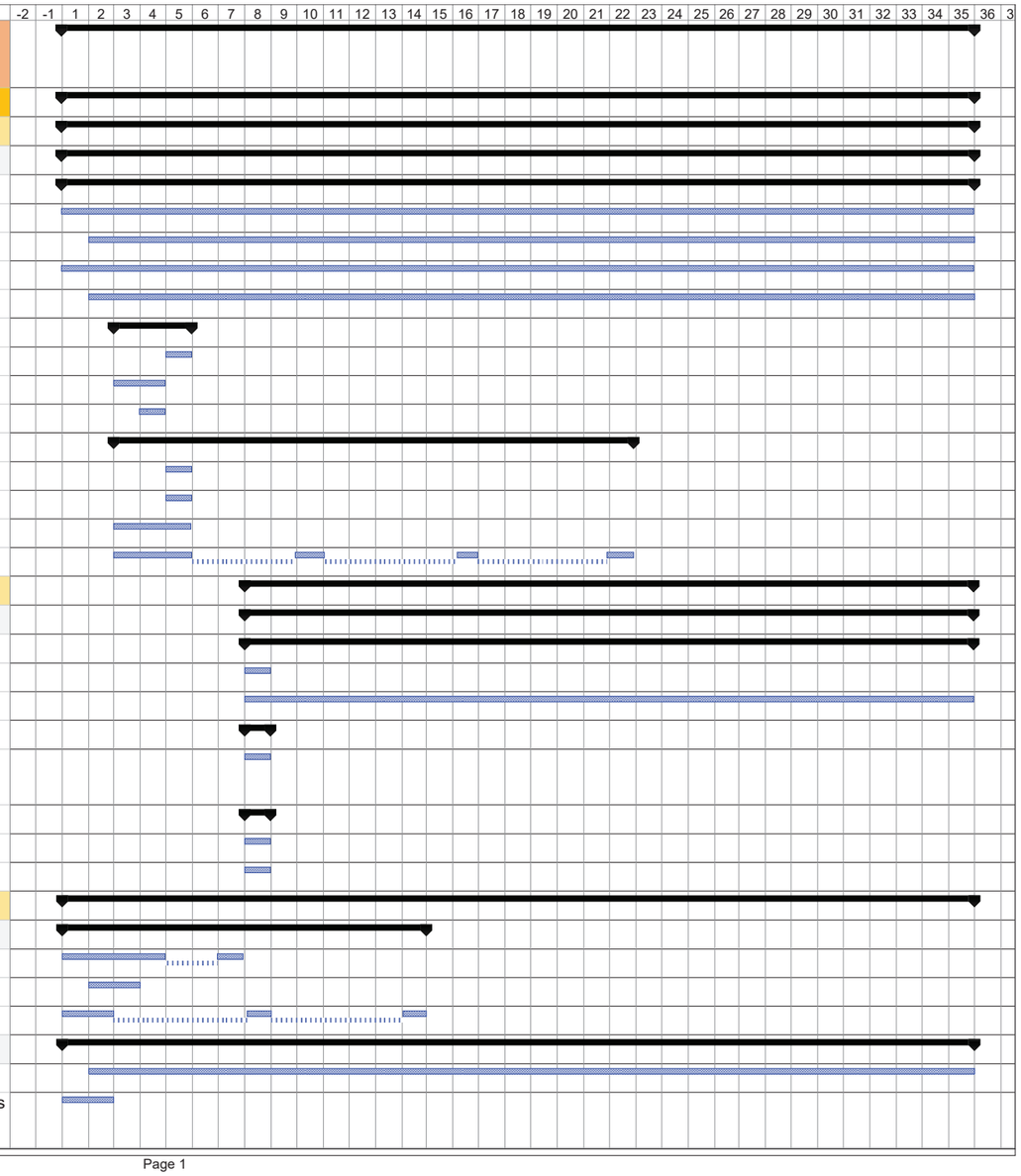
2.f) Cronograma Físico das Soluções e Obras Propostas para o Sistema de Esgotamento Sanitário

2.f) Cronograma Físico das Soluções e Obras Propostas para o Sistema de Esgotamento Sanitário

2.f.1. Cronograma Físico das Soluções e Obras Propostas para o Sistema de Esgotamento Sanitário com a Previsão do Início e Término das Obras

Considerando o horizonte de projeto de 35 anos, encontra-se a seguir o Cronograma Físico das Soluções, Obras e Programas propostos para o Sistema de Esgotamento Sanitário de Campos Altos.

ID	Task Name
1	**Cronograma Físico de Execução das Obras, Estudos, Projetos e Programas**
2	**UNIDADES CONSTRUTIVAS DOS SISTEMAS**
3	**DISTRITO SEDE**
4	**SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO - SES**
5	**Redes Coletoras e Ligações Prediais**
6	Ampliação das Redes Coletoras de Esgoto
7	Substituição de Redes de Coletoras de Esgoto
8	Ampliação das Ligações Prediais de Esgoto
9	Substituição de Ligações Prediais de Esgoto
10	**Sistema de Afastamento**
11	Implantação de LR para as EEEs - DN = 150 mm
12	Implantação de Interceptores Ribeirão Santa Teresa - DN = 250 mm
13	Implantação de Emissário Final - DN = 250 mm
14	**Estações Elevatórias e Estações de Tratamento de Esgoto**
15	Implantação da EEE-01- Q = 4,50 L/s - P = 3 CV
16	Implantação da EEE-02- Q = 5,00 L/s - P = 7 CV
17	Implantação de ETE UASB+FAZ
18	Instalações de Automação, Instrumentação e Telemetria
19	**DISTRITO DE SÃO JERÔNIMO DOS POÇÕES**
20	**SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO - SES**
21	**Redes Coletoras e Ligações Prediais**
22	Ampliação das Redes Coletoras de Esgoto
23	Ampliação das Ligações Prediais de Esgoto
24	**Sistema de Afastamento**
25	Implantação de Emissário para a da ETE São Jerônimo dos Poções - DN = 150 mm
26	**Estações Elevatórias e Estações de Tratamento de Esgoto**
27	Implantação de ETE Compacta
28	Instalações de Automação, Instrumentação e Telemetria
29	**ESTUDOS, PROJETOS, PROGRAMAS E OUTROS**
30	**Estudos, Projetos e Indenizações**
31	Projetos Técnicos de Engenharia e Consultoria
32	Modelagem e Simulação Hidráulica
33	Licenças Ambientais e Outorgas
34	**Programas**
35	Programa Caça Esgoto
36	Programa de Capacitação de Mão-de-obra dos Técnicos Operadores dos Serviços de Saneamento Básico



Page 1

2.f.2. Croqui/Fluxograma dos Sistemas de Esgotamento Sanitário Propostos

O fluxograma apresentado a seguir esquematiza a concepção proposta para o Sistema de Esgotamento Sanitário de Campos Altos.

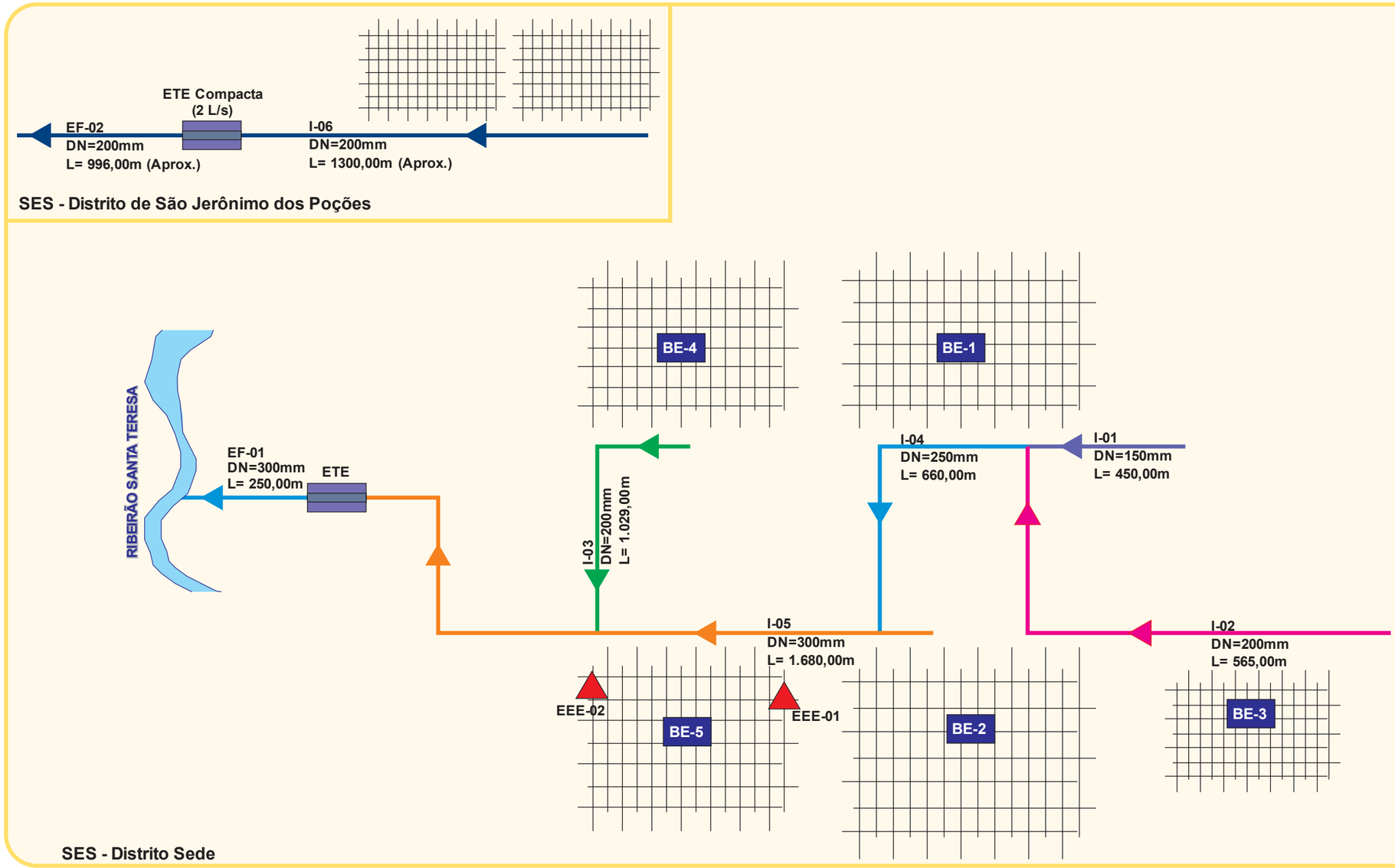


Figura 135: Fluxograma do Sistema de Esgotamento Sanitário

TERMO DE ENCERRAMENTO

À
PREFEITURA MUNICIPAL DE CAMPOS ALTOS
COMISSÃO DE LICITAÇÃO

REF.: CONCORRÊNCIA Nº 01/2023
PROCESSO Nº 34/2023

TERMO DE ENCERRAMENTO

A empresa **ORBIS AMBIENTAL S/A**, inscrita no CNPJ sob o nº 06.984.726/0001-92, sediada na Rua Ministro Orozimbo Nonato, nº 102, sala 609, Torre A, Vila da Serra, Nova Lima/MG, por intermédio de seus representantes legais, **DECLARA** que este caderno de "**PROPOSTA TÉCNICA**" contém 285 (duzentas e oitenta e cinco) páginas, devidamente numeradas em ordem crescente.

Nova Lima/MG, 08 de setembro de 2023.

ORBIS AMBIENTAL S/A
Sebastião da Costa Pereira Neto
Ident. nº 831004615 CREA/RJ
CPF nº 469.801.487-53
Diretor/Engenheiro Civil Responsável Técnico

ORBIS AMBIENTAL S/A
Neiber Rodrigues da Silva
Ident. 210.392.320.025 SSP/MA
CPF nº 729.048.286-72
Procurador

Este documento foi assinado digitalmente por Sebastiao Da Costa Pereira Neto e Neiber Rodrigues Da Silva.
Para verificar as assinaturas vá ao site https://vital.portaldeassinaturas.com.br:443 e utilize o código 8FEA-0E56-EC45-0EFB.

Este documento foi assinado digitalmente por Sebastiao Da Costa Pereira Neto e Neiber Rodrigues Da Silva.
Para verificar as assinaturas vá ao site https://vital.portaldeassinaturas.com.br:443 e utilize o código 8FEA-0E56-EC45-0EFB.