

**ELABORAÇÃO DO PROJETO BÁSICO DE
ENGENHARIA PARA EXECUÇÃO DA
ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO
DO BAIRRO CENTENÁRIO NO MUNICÍPIO
DE JARAGUÁ DO SUL-SC
CONTRATO Nº 265/2021**

**– Memorial Descritivo de Dimensionamento da Estação de
Tratamento de Esgoto – ETE Centenário –**

Contratante:

Serviço Autônomo Municipal de Água e Esgoto – Jaraguá do Sul/SC

Elaboração:

Habitark Engenharia Ltda – CREA/SC 062919-0

Responsáveis Técnicos:

Eng. Civil Fernando R. dos Reis – CREA/SC 041734-0

Eng. Civil Adriana Kuehn – CREA/SC 041740-4

MAI/2023

Jaraguá do Sul/SC, Maio/2023

SUMÁRIO

1	APRESENTAÇÃO.....	5
2	INSTRUÇÕES ESPECÍFICAS IN 05	6
3	SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO EXISTENTE	15
4	JUSTIFICATIVAS PARA O PROJETO DA NOVA ETE	16
5	CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO	17
5.1	Localização do empreendimento	17
5.1.1	Rede coletora e bacias de esgotamento	20
5.2	Implantação do empreendimento	21
5.3	Planialtimetria e Terraplanagem	25
5.3.1	Canteiro de obras e execução	30
6	DESCRIÇÃO BÁSICA DO PROJETO	32
6.1	Sistema de Lodo Ativados Bardenpho	33
7	DADOS GERAIS DE PROJETO	36
7.1	Área de projeto	36
7.2	Alcance do plano.....	36
7.3	Coeficientes de variação	36
7.4	Corpo receptor	37
7.5	Etapas de implantação	37
7.6	Critérios e disposições.....	38
7.7	Eficiência do processo de tratamento	38
7.8	Demais parâmetros das legislações aplicáveis.....	39
8	PARÂMETROS E DADOS DE PROJETO	43
9	DIMENSIONAMENTO	45
9.1	Definições iniciais	45
9.1.1	Parâmetros iniciais de lodos ativados	45
9.1.2	Coeficientes da nitrificação.....	45
9.1.3	Coeficientes da desnitrificação.....	46
9.1.4	Reator	46
9.1.5	Aeração ar difuso	46
9.2	Cálculo Reatores	47
9.2.1	Características do afluente à etapa de lodos ativados (LA).....	47
9.2.2	Características estimadas para o efluente final da ETE	47
9.2.3	Dimensionamento do reator	47
9.2.4	Nitrificação e desnitrificação.....	48
9.2.5	Estimativa da produção e da remoção de lodo excedente	51
9.2.6	Requisitos de oxigênio	53
9.2.7	Dimensões adotadas	55
9.3	Cálculo Demais Unidades	56
9.3.1	Equalizador.....	56

9.3.1.1	Dimensões adotadas	57
9.3.2	Decantador	57
9.3.2.1	Verificação.....	58
9.3.2.2	Dimensões adotadas	59
9.3.3	Adensador	59
9.3.3.1	Dimensões adotadas	61
9.3.4	Digestor	61
9.3.4.1	Digestor primário.....	62
9.3.4.2	Digestor secundário	63
9.3.4.3	Dimensões adotadas	64
9.4	Resumo Balanço de Massa.....	66
10	EMPRESA RESPONSÁVEL	67
10.1	Responsáveis Técnicos	67
11	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	68

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Planta ETE	8
Figura 2. Estações de Tratamento de Água/Esgoto em Jaraguá do Sul.....	15
Figura 3. Localização da ETE Centenário.....	18
Figura 4. Implantação do empreendimento.....	19
Figura 5. Bacias de esgotamento sanitário - Jaraguá do Sul	20
Figura 6. Canteiro de obras.....	22
Figura 7. Unidades de implantação da ETE - Etapa 1	23
Figura 8. Unidades de implantação da ETE - Etapa 2.....	24
Figura 9. Layout de implantação do empreendimento – Etapa 2	25
Figura 10. Corte AA do terreno	27
Figura 11. Corte BB do terreno	29
Figura 12. Aterro na área	30
Figura 13. População ETE Centenário.....	32
Figura 14. Ciclos do processo sistema bardenpho	33
Figura 15. Fluxograma geral da Estação de Tratamento de Esgoto.	35

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1. Coordenadas da área de estudo.....	17
Quadro 2. Coeficientes de variação	36
Quadro 3. Etapas de implantação.....	37
Quadro 4. Caracterização de entrada do esgoto bruto.....	38
Quadro 5. Vazões e carga de entrada do esgoto bruto	38
Quadro 6. Eficiências do processo de tratamento. Fonte: Von Sperling, 2002.	39
Quadro 7. Legislações aplicáveis.....	40
Quadro 8. Cargas afluentes aos reatores	44
Quadro 9. Dimensões adotadas dos reatores.....	55
Quadro 10. Dimensões equalizadores	57
Quadro 11. Dimensões adotadas decantadores secundários	59
Quadro 12. Dimensões adotadas adensadores.....	61
Quadro 13. Dimensões adotadas digestores.....	64
Quadro 14. Resumo do Balanço de Massa	66

1 APRESENTAÇÃO

A Empresa Habitark Engenharia Ltda inscrita no CNPJ 05.269.823/0001-30 e situada na Rua Clara Persuhn, nº107 do município de Blumenau/SC, através do **Contrato nº 265/2021** para Elaboração do Projeto Básico de Engenharia para Execução da Estação de Tratamento de Esgoto do Bairro Centenário no Município de Jaraguá do Sul-SC, vem por meio deste, apresentar o **Memorial Descritivo de Dimensionamento da ETE Centenário.**

O objetivo deste Produto é conter e descrever o Dimensionamento do Sistema de Lodos Ativados Bardenpho.

São apresentados os detalhes levados em consideração para desenvolvimento do projeto dos reatores. Anteriormente a elaboração deste Produto, a empresa realizou uma visita nas estações de tratamento de esgoto do SAMAE de Jaraguá do Sul, com acompanhamento da fiscalização, com objetivo de salientar características próprias dos sistemas já adotados, peculiaridades do projeto a ser desenvolvido e das estações já em operação do SAMAE. Também foi realizada visita aos terrenos para a futura implantação da Estação de Tratamento de Esgotos e para implantação da Elevatória.

2 INSTRUÇÕES ESPECÍFICAS IN 05

As informações abaixo, trazem instruções específica da IN05, sendo que cada questão foi respondida de maneira simplificada para que fosse facilmente verificado o atendimento do item. Contudo, informações mais detalhadas podem ser verificadas ao longo desse memorial nos demais capítulos.

• SOLICITAÇÕES DA IN05:

5.1 Para efeito desta Instrução Normativa são considerados sistemas de esgotos sanitários: coletores-tronco, interceptores, emissários, estações elevatórias, Estações de Tratamento de Esgotos (ETEs) e demais formas de coleta e tratamento mediante o estabelecimento de metas progressivas (tratamento primário imediato, secundário e terciário com metas pré-estabelecidas) e disposição final de esgotos sanitários.

5.2 O memorial descritivo do sistema de tratamento deverá:

- a. Descrever a situação dominial das áreas onde serão implantados os componentes do sistema.
 - Descrever as obras da implantação, apresentando o método construtivo e o volume de material de empréstimo e para bota-fora.

Situação da área descrita no Item 5.1 Localização do empreendimento.

Obras de implantação descritas no Item 5.2 Implantação do empreendimento.

Não será necessária área de bota-fora. Sendo que somente será realizado conformidade do aterro, através de material de empréstimo de jazidas licenciadas, que será utilizado para consolidação de taludes.

- b. Localizar em planta:
 - Acessos provisórios e definitivos para a ETE;
 - Canteiros de obras;
 - Áreas a serem utilizadas para bota-fora (somente áreas devidamente regularizadas serão aceitas);
 - Posicionamento da ETE, das estações elevatórias e das bacias de atendimento alvo do projeto, indicando o traçado geral das redes coletoras e interceptores (o detalhamento da rede coletora não é necessário);
 - Ponto de lançamento do efluente tratado.

Segue abaixo a planta com os acessos provisórios e definitivos para a ETE que serão pela rua Germano Wagner (frente do empreendimento), área de canteiro de obras, posicionamento da ETE e ponto de lançamento do efluente tratado. Demais itens não são aplicáveis.

Figura 1. Planta ETE



c. Forma(s) de disposição final do efluente tratado: ponto(s) de lançamento, corpo(s) receptor(es), reuso previsto (vazão e destino), conforme definido no estudo de viabilidade na fase de licenciamento ambiental prévio. Caso houver a alteração do ponto de lançamento, deverá ser reavaliada a viabilidade ambiental da destinação final por meio da solicitação de ampliação de licenciamento ambiental prévio.

Efluente final será disposto em corpo hídrico no Rio Itapocú, conforme coordenadas: E 696.104,1763; N 7.068.910,6600.

A utilização da água de reuso será adotada na Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) Centenário, trazendo benefícios notáveis em termos de sustentabilidade ambiental. Essa prática será aplicada na lavagem de pisos, limpeza de tanques elevatórios, bem como no processo de desidratação por meio da diluição de produtos.

- d. No dimensionamento, observar:
- Estações elevatórias de esgoto bruto; canalizações, inclusive by-passes e extravasores; medidores e dispositivos de entrada e saída devem ser dimensionados para a vazão máxima horária de projeto;
 - Todas as unidades e canalizações precedidas de tanques de acumulação com descarga em regime de vazão constante, devem ser dimensionados para a vazão média do projeto;
 - As vazões, velocidades, tempos de detenção, espaçamentos, diâmetros, materiais e demais parâmetros de projeto arbitrados para cada uma das unidades do tratamento devem respeitar ao estabelecido na NBR 12209. Destacar no memorial descritivo a fundamentação da escolha de cada um dos parâmetros de dimensionamento.

Os parâmetros definidos no Dimensionamento da Estação de Tratamento de Esgoto pode ser conferido no Item 8 PARÂMETROS E DADOS DE PROJETO e 9 DIMENSIONAMENTO.

5.3 O projeto da Estação de Tratamento de Esgotos (ETE), deve atender integralmente à NBR 12209. Destaca-se a necessidade da apresentação, minimamente, das seguintes informações no memorial descritivo:

- a. Caracterização do esgoto afluente, informando se há componentes inibidores ou tóxicos esperados e em quais condições, bem como quais constituintes prováveis da composição do esgoto não são afetados pelo tratamento;

Caracterização do efluente pode ser verificado no Item 7.6 Critérios e disposições. Não sendo esperado componentes inibidores ou tóxicos em altas concentrações por se tratar de efluente doméstico.

- b. Caracterização da fase gasosa gerada no tratamento;

Caracterização da fase gasosa gerada no tratamento pode ser conferida ao logo do Item 9 DIMENSIONAMENTO e de maneira resumida no Item 9.4 Resumo Balanço de Massa.

- c. Caracterização da fase sólida gerada no tratamento;

Caracterização da fase sólida gerada no tratamento pode ser conferida ao logo do Item 9 DIMENSIONAMENTO e de maneira resumida no Item 9.4 Resumo Balanço de Massa.

- d. Avaliação técnica e ambiental das opções de tratamento para a fase líquida, para a fase sólida e para a fase gasosa, justificando a indicação da melhor solução. A solução adotada deve ter referência em normas técnicas, dados publicados ou dados de estações operando. Caso sejam propostas condições novas ou não usuais, são necessários estudos em escala piloto comprovando a eficiência do tratamento;

Determinação do tipo de tratamento da fase sólida e líquida gerada pode ser conferida ao logo do Item 9 DIMENSIONAMENTO e de maneira resumida no Item 9.4 Resumo Balanço de Massa. A escolha de tratamento levou em consideração estudos de Von Sperling e normas técnicas aplicáveis que trazem metodologias para tratamento de efluentes. A definição escolhida nas unidades de tratamento se baseou no tipo de efluente, no caso doméstico, e os parâmetros de remoção desejáveis, que buscam atender as legislações vigentes.

- e. Porcentagem da eficiência de remoção proporcionada pelo tipo de tratamento escolhido, para os parâmetros de interesse da fase líquida do esgoto, sendo minimamente: DBO₅, DQO, fósforo total, nitrogênio total, sólidos sedimentáveis, óleos e graxas e Escherichia coli. A eficiência projetada deve garantir que os valores de lançamento dos parâmetros de interesse sejam compatíveis à manutenção da qualidade do corpo receptor, conforme estudo de capacidade de autodepuração apresentado na etapa de licenciamento ambiental prévio;

Dados sobre a eficiência do tratamento pode ser conferido no Item 7.7 Eficiência do processo de tratamento.

f. Faixa de variação de vazão aceitável para não comprometimento da eficiência projetada do tratamento. Avaliar a necessidade de estrutura para equalização de vazão, nos casos de faixas muito amplas de operação (por exemplo, sistemas que operam em baixa e alta temporada);

Haverá equalizadores na ETE, sendo estes descritos no Dimensionamento Item 9.3.1 Equalizador.

g. Características e quantidades de produtos químicos utilizados no tratamento, se houver, e forma de armazenamento desses na ETE;

Os produtos utilizados na ETE são os polímeros para espessamento de lodo na área de desidratação e sendo armazenada em local seco, sob palets e com drenagem para a elevatória da estação caso ocorra vazamento. O lodo recebe a adição de polímero na proporção de 2 a 3 kg por tonelada de massa seca. No caso, deverá ter disponível aproximadamente 602,00 Kg a 903,00 Kg de polímero por dia, conforme calculo de lodo efluente do digestor, conforme pode ser visto no dimensionamento Item 9.3.4 Digestor.

h. Locação das unidades de tratamento em planta, considerando a circulação de pessoas e veículos, o tratamento arquitetônico-paisagístico e as restrições ambientais e de uso do solo;

A locação das unidades pode ser conferida na Figura 1. Planta ETE.

i. Fluxograma do processo de tratamento classificando as matérias-primas, resíduos sólidos, efluentes líquidos, resíduos de energia, e emissões atmosféricas e sonoras a serem gerados, indicando os controles ambientais aplicáveis;

Fluxograma da Estação pode ser conferido na Figura 15. Fluxograma geral da Estação de Tratamento de Esgoto.

j. Elaboração do perfil hidráulico em função do arranjo projetado, das fases líquida e sólida, considerando a vazão máxima;

Figura 15. Fluxograma geral da Estação de Tratamento de Esgoto.

- k. Avaliar a necessidade de desinfecção do efluente tratado conforme matriz de decisão.

A desinfecção do efluente será realizada por Ultravioleta após o tratamento e antes do efluente tratado ser lançado no corpo hídrico. Esta estrutura de tratamento pode ser conferido na Figura 15. Fluxograma geral da Estação de Tratamento de Esgoto.

- l. Gerenciamento do lodo gerado no tratamento (adensamento, estabilização, condicionamento, desaguamento, higienização e disposição final).

O gerenciamento do lodo pode ser conferido ao logo do Item 9 DIMENSIONAMENTO e de maneira resumida no Item 9.4 Resumo Balanço de Massa. Além da Figura 15. Fluxograma geral da Estação de Tratamento de Esgoto.

- m. Projeto das proteções para o lançamento do efluente no corpo receptor, de modo a não causar erosão na margem ou a obstrução no fluxo da água ou trânsito das pessoas. As proteções devem ser resistentes contra enchentes ou marés, além de evitarem o refluxo da água na ocasião dessas.

No projeto executivo consta o emissário que destina o efluente tratado ao corpo hídrico, contendo ala de proteção e enrocamento de pedras.

- n. Número de funcionários para operação da ETE e nível de capacitação desses. O nível de capacitação dos operadores deve ser compatível à complexidade operacional do sistema.

Para a operação da Estação estima-se 10 colaboradores. Sendo estes, compostos por equipe de operadores, supervisores e técnicos especializados. Além disso, haverá os serviços de cuidado do pátio, portaria e demais que forem necessários para o correto funcionamento das estruturas de tratamento e funcionamento da ETE.

- o. No dimensionamento, observar:

i. No caso de desarenador de limpeza mecanizada, devem ser previstas pelo menos duas unidades instaladas; se uma delas for reserva, pode ser unidade não mecanizada;

Haverá 3 unidades mecanizadas, sendo 1 reserva.

ii. Prever dispositivo de medição da vazão afluente à ETE, e, sempre que possível, da vazão de lançamento;

A ETE contará com medição de vazão afluente e vazão de lançamento, conforme projeto.

iii. ETE com vazão média acima de 100L/s deve prever totalizador de volume afluente;

A ETE contará com totalização do volume afluente, conforme projeto.

iv. ETE com vazão afluente final máxima igual ou superior a 100 L/s, ou quando o volume de material a ser retirado do gradeamento justificar o uso, ou ainda, quando motivado pela localização ou profundidade do canal afluente, deve-se utilizar equipamento mecanizado para remoção de sólidos grosseiros. Nesses casos, prever unidade reserva, sendo cada uma delas com capacidade para a vazão afluente total;

Serão 3 canais de gradeamento mecanizado, sendo 2 ativos e 1 reserva.

v. ETE com vazão de dimensionamento superior a 250 L/s deve ter mais de um decantador primário;

Não aplicável devido ao tipo de tratamento adotado.

vi. ETE com vazão superior a 100 L/s com tratamento por lodos ativados, deve possuir mais de uma linha de reatores biológicos operando em paralelo;

Haverá 4 reatores biológicos operando, como pode ser conferido ao longo do Item 9.2 Cálculo Reatores.

vii. Prever recipiente (caçamba, por exemplo) para depósito dos sólidos removidos no gradeamento ou peneiramento. O local deve ser impermeabilizado e possuir canaletas no entorno com a destinação adequada do efluente coletado;

Na ETE está previsto caçamba de depósito de sólidos na etapa do tratamento preliminar a na casa de desidratação de lodos, sendo que estes serão destinados a aterros licenciados, conforme pode ser visto na Figura 15. Fluxograma geral da Estação de Tratamento de Esgoto.

viii. Prever condições ou dispositivos de segurança de modo a evitar concentração de gases que possam causar explosão, intoxicação ou desconforto, de acordo com as normas de segurança vigentes;

O digestor contará com válvula de alívio de pressão, bem como os dispositivos de queima de gases. E todos os ambientes tem circulação aberta para retirada de gases.

ix. Quando o tipo de tratamento escolhido envolver a coleta de biogás, o volume de gás não aproveitado, deve ser queimado, preferencialmente com queima completa. No caso de se ter o aproveitamento do biogás, deve ser previsto, além das unidades próprias do aproveitamento, pelo menos um queimador como unidade de segurança;

O Item 9.3.4 Digestor traz o dimensionamento dos digestores primários e secundários, sendo que o biogás gerado será queimado.

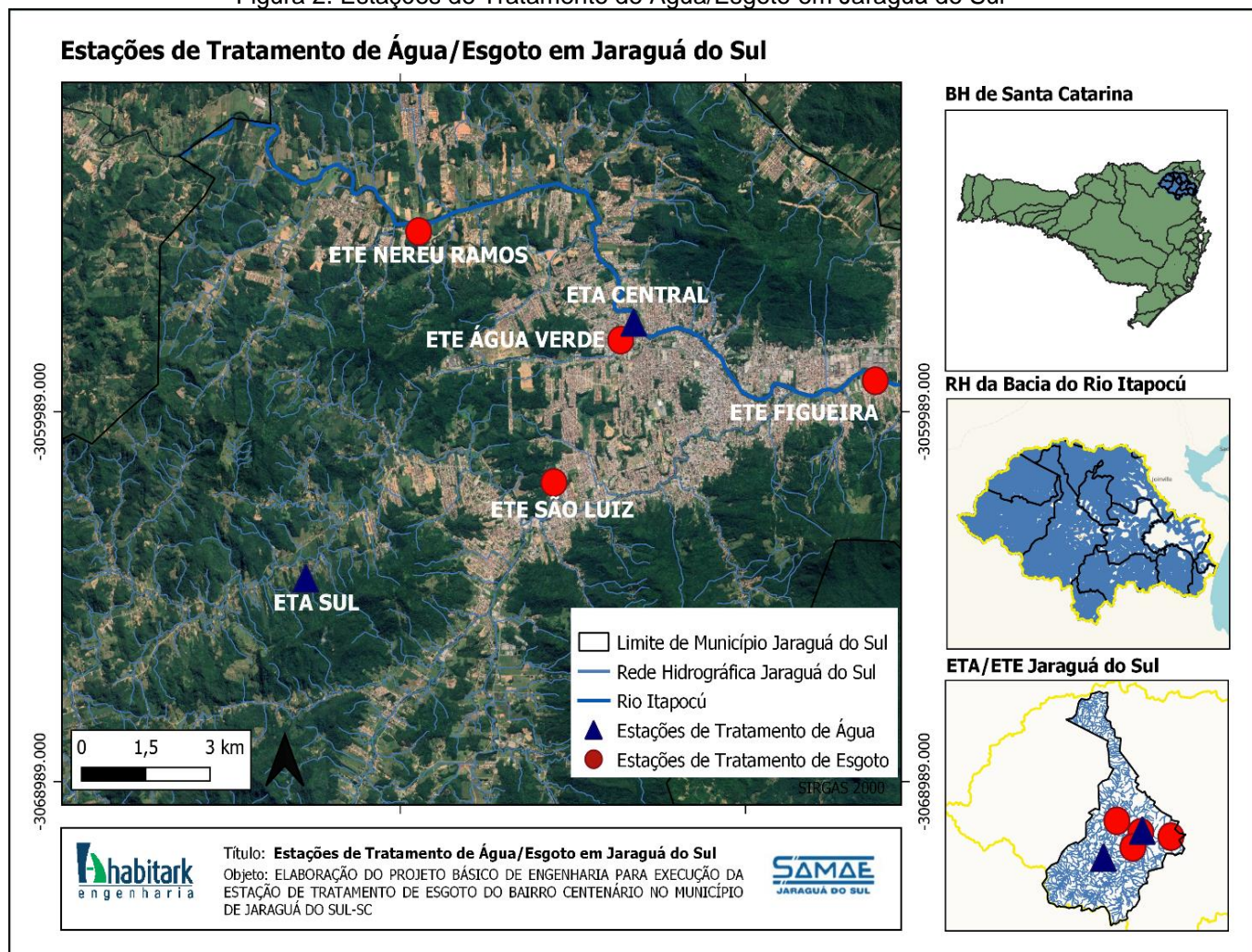
x. ETE com vazão média acima de 250 L/s, sem aproveitamento do gás, devem dispor de pelo menos 2 queimadores, sendo um deles reserva, e painel de controle automático com sensor de chama. O queimador deve ser provido de protetor de chama e sistema de ignição automático.

O Item 9.3.4 Digestor traz o dimensionamento dos digestores primários e secundários, sendo que o biogás gerado será queimado.

3 SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO EXISTENTE

A figura abaixo corresponde ao mapa de Jaraguá do Sul, apresentando a localização espacial das Estações de Tratamento de Água e Estações de Tratamento de Esgoto. Esse mapa foi elaborado com o intuito de facilitar a visualização da disposição das estações no município e nos corpos hídricos presentes. Além de auxiliar, posteriormente, na elaboração dos estudos previstos no decorrer dos Projetos.

Figura 2. Estações de Tratamento de Água/Esgoto em Jaraguá do Sul



FONTE: Habitatk (2021)

4 JUSTIFICATIVAS PARA O PROJETO DA NOVA ETE

O objetivo da nova Estação de Tratamento de Esgotos Centenário passa por uma necessidade de se ampliar a capacidade de tratamento de esgotos do município de Jaraguá. Podendo ainda, atender a cidade de Schroeder. Ela irá servir também para substituir a ETE Ilha da Figueira que está no limite de sua capacidade de projeto, não suportando maiores contribuições. Além de que o projeto desta é da década de 90 e com as novas resoluções que determinam novos padrões de lançamento esta estação necessitaria uma série de modificações e atualizações tecnológicas. O que tornou-se inviável, visto que o atual terreno onde a mesma se encontra não comporta ampliações.

Então, visando melhorar o seu sistema de tratamento atual, aumentar a capacidade para novas ligações de esgoto, e prevendo um crescimento demográfico e urbano na região, é necessária a execução desta nova estação de tratamento de esgoto.

A nova ETE Centenário, receberá os esgotos sanitários da atual ETE Ilha da Figueira, que será desativada, bem como os esgotos sanitários de novas áreas e suportará o crescimento vegetativo das áreas já contempladas, até a vida útil do projeto.

5 CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO

5.1 Localização do empreendimento

A ETE estará localizada na Rua Germano Wagner, Bairro Centenário em Jaraguá do Sul/SC. Sendo que o terreno está sob processo de desapropriação com número 5011979-82.2021.8.4.0036/SC e estando sob matrícula nº 1185/ORI do Município, tendo 44.135,40 m² de área nas seguintes coordenadas:

Quadro 1. Coordenadas da área de estudo.

Coordenadas geográficas do terreno					
Planilha de Coordenadas UTM Fuso 22° - SIRGAS2000, Azimute e Distância					
Ponto (Vértice)		Coordenadas do ponto de saída		Azimute	Distância
Saída	Chegada	E	N	(Grau Min Seg)	(m)
Área total - terreno = 44.135,39 m ²					
V1	V2	696.187,0830	7.069.701,8783	100°42'14"	5,07
V2	V3	696.192,0609	7.069.700,9374	181°32'39"	452,18
V3	V4	696.179,8762	7.069.248,9224	180°41'28"	70,31
V4	V5	696.179,0280	7.069.178,6150	181°37'28"	55,74
V5	V6	696.177,4480	7.069.122,8980	181°34'24"	58,57
V6	V7	696.175,8400	7.069.064,3500	181°26'48"	181,48
V7	V8	696.171,2580	7.068.882,9301	181°27'28"	84,52
V8	V9	696.169,1075	7.068.798,4344	320°57'43"	33,02
V9	V10	696.148,3130	7.068.824,0787	339°20'55"	28,18
V10	V11	696.138,3763	7.068.850,4430	351°00'24"	15,69
V11	V12	696.135,9236	7.068.865,9406	324°37'42"	54,84
V12	V13	696.104,1763	7.068.910,6600	331°00'42"	14,27
V13	V14	696.097,2590	7.068.923,1450	320°20'09"	18,82
V14	V15	696.085,2446	7.068.937,6348	325°22'16"	12,20
V15	V16	696.078,3135	7.068.947,6713	311°49'55"	24,45
V16	V17	696.060,0967	7.068.963,9772	297°39'06"	29,13
V17	V18	696.034,2937	7.068.977,4964	292°30'51"	34,55
V18	V19	696.002,3748	7.068.990,7268	03°08'44"	178,92
V19	V20	696.012,1926	7.069.169,3800	93°19'21"	161,51
V20	V1	696.173,4281	7.069.160,0194	01°26'37"	542,03

A Figura 3 apresenta a localização do empreendimento e a Figura 4 apresenta a implantação do empreendimento.

Figura 3. Localização da ETE Centenário.

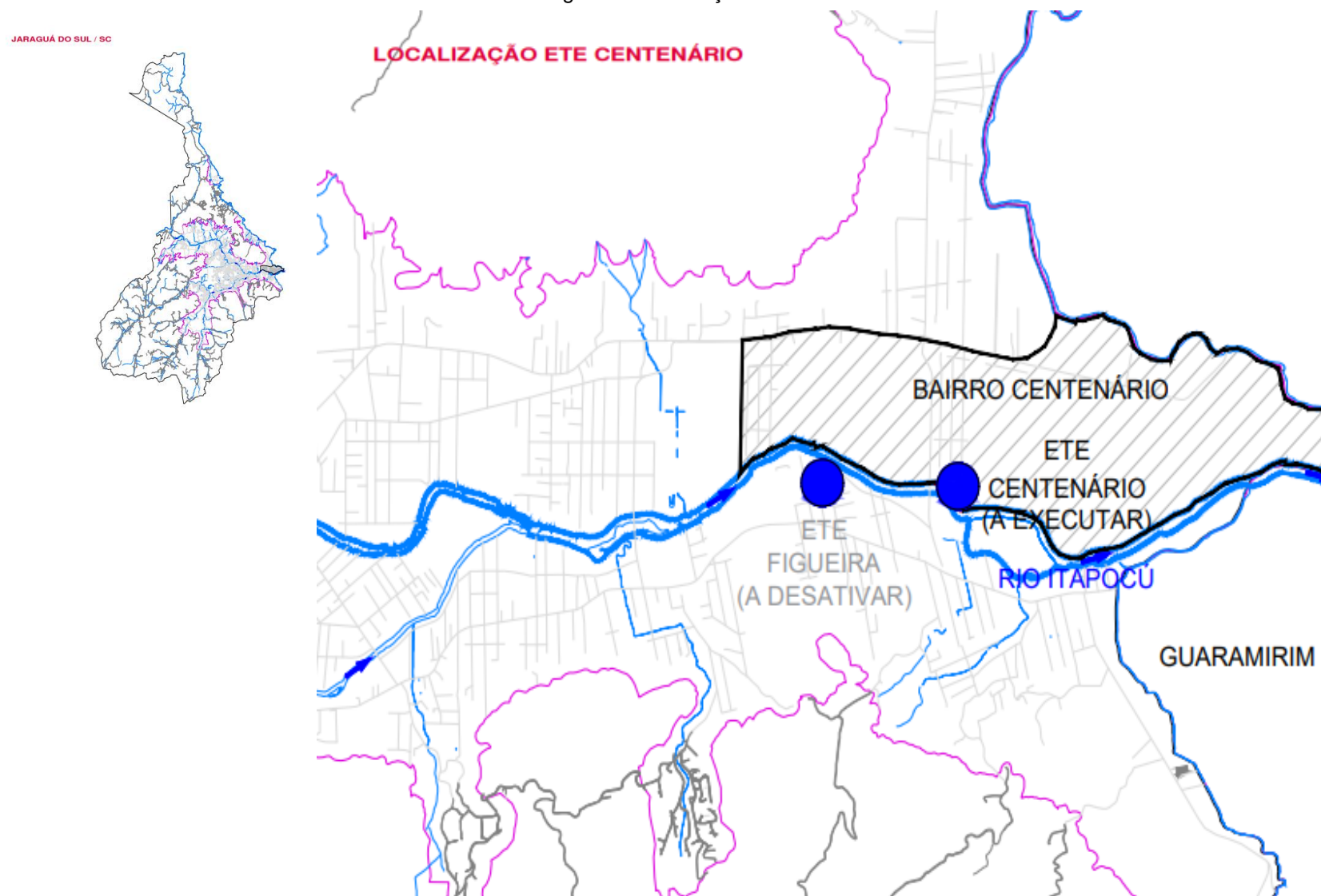


Figura 4. Implantação do empreendimento.

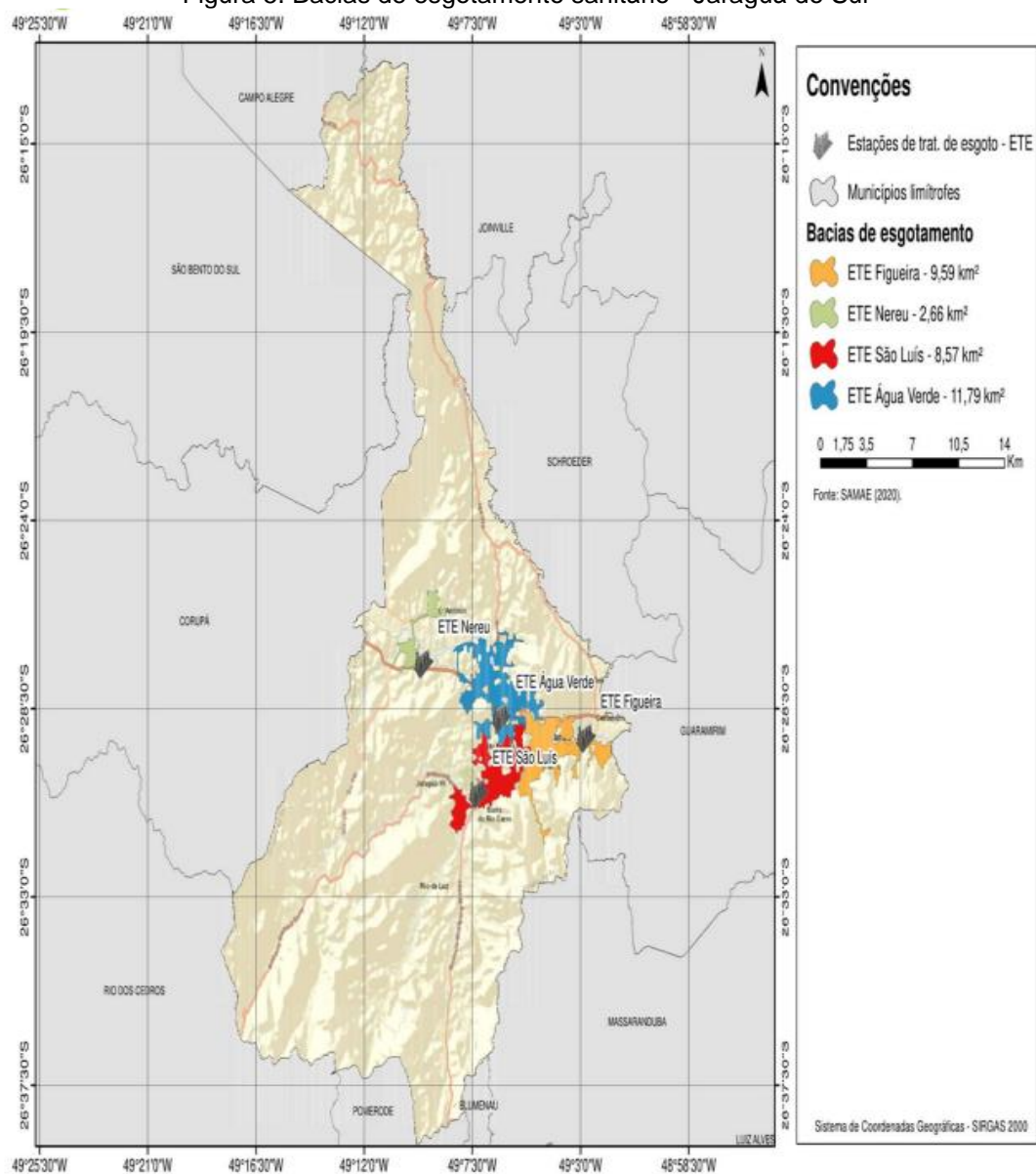


5.1.1 Rede coletora e bacias de esgotamento

Atualmente, o Sistema de Esgotamento Sanitário (SES) apresenta além dos mais de 636 quilômetros de redes coletoras de esgoto, 117 unidades de bombeamento que estão espalhadas pelo município, que direcionam os resíduos até as quatro Estações de Tratamento de Esgoto, onde ocorre a depuração dos efluentes de 55036 unidades consumidoras (JARAGUÁ DO SUL, 2021b).

As bacias de esgotamento sanitário do município, atualmente são divididas pelas ETEs em funcionamento, assim como apresentado na figura abaixo:

Figura 5. Bacias de esgotamento sanitário - Jaraguá do Sul



FONTE: Jaraguá do Sul (2021a) - PMSB

Dessa maneira, como abordado anteriormente, a ETE Centenário servirá também para substituir a ETE Ilha da Figueira que está no limite de sua capacidade de projeto, não suportando maiores contribuições. Sendo a bacia de esgotamento de contribuição a mesma da ETE Figueira, tendo aproximadamente 9,6 km² já com rede de esgotamento sanitário implantada.

5.2 Implantação do empreendimento

O empreendimento será implantado em duas etapas. A primeira até 2030 e a segunda com previsão para fim de plano, no caso, até atingir a capacidade de tratamento dos 275l/s. Na primeira etapa (Figura 7), está previsto a construção das unidades de apoio (Guarita e Centro de Operação e Controle), bem como das unidades necessárias ao tratamento do efluente (Pré Tratamento e Equalizador; Recepção Limpa Fossa; Reator Biológico 1 e 2; Casa de Sopradores; Decantador Biológico 1 e 2; Adensador de Lodo 1; Digestor Anaeróbico Primário e Secundário; Casa de Desidratação; Unidade de Desinfecção e Saída e Elevatórias).

Na Figura 8 é apresentado, por fim, a segunda etapa de implantação. Onde são incorporados o Reator Biológico 3 e 4; Decantador Biológico 3 e 4; Adensador de Lodo 1; Digestor Anaeróbico Primário 2 e Secundário 2. A Figura 9 o layout de implantação no terreno da última etapa. A área construída até o final de plano será um total de aproximadamente 10.715,74m².

Figura 6. Canteiro de obras.

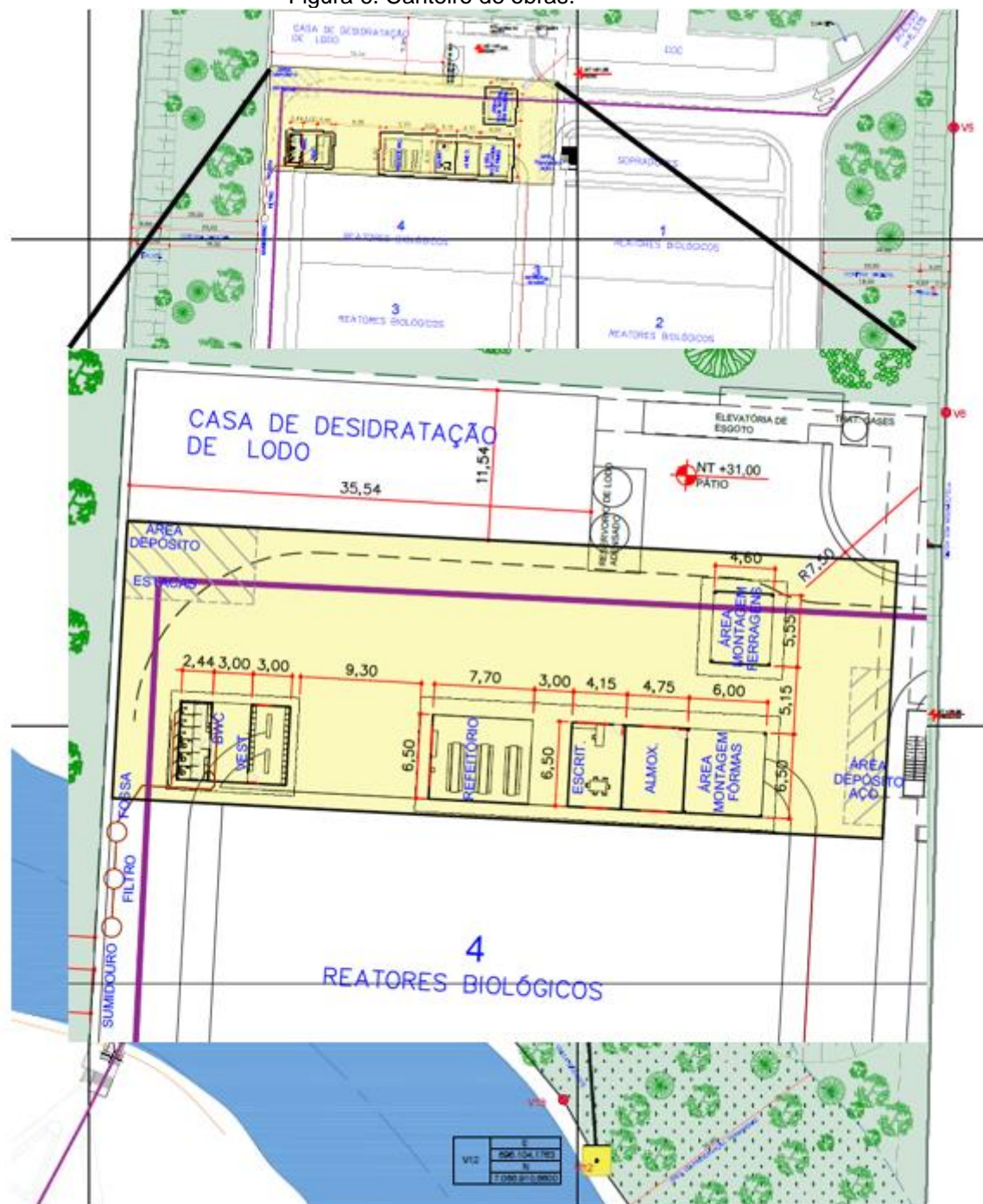


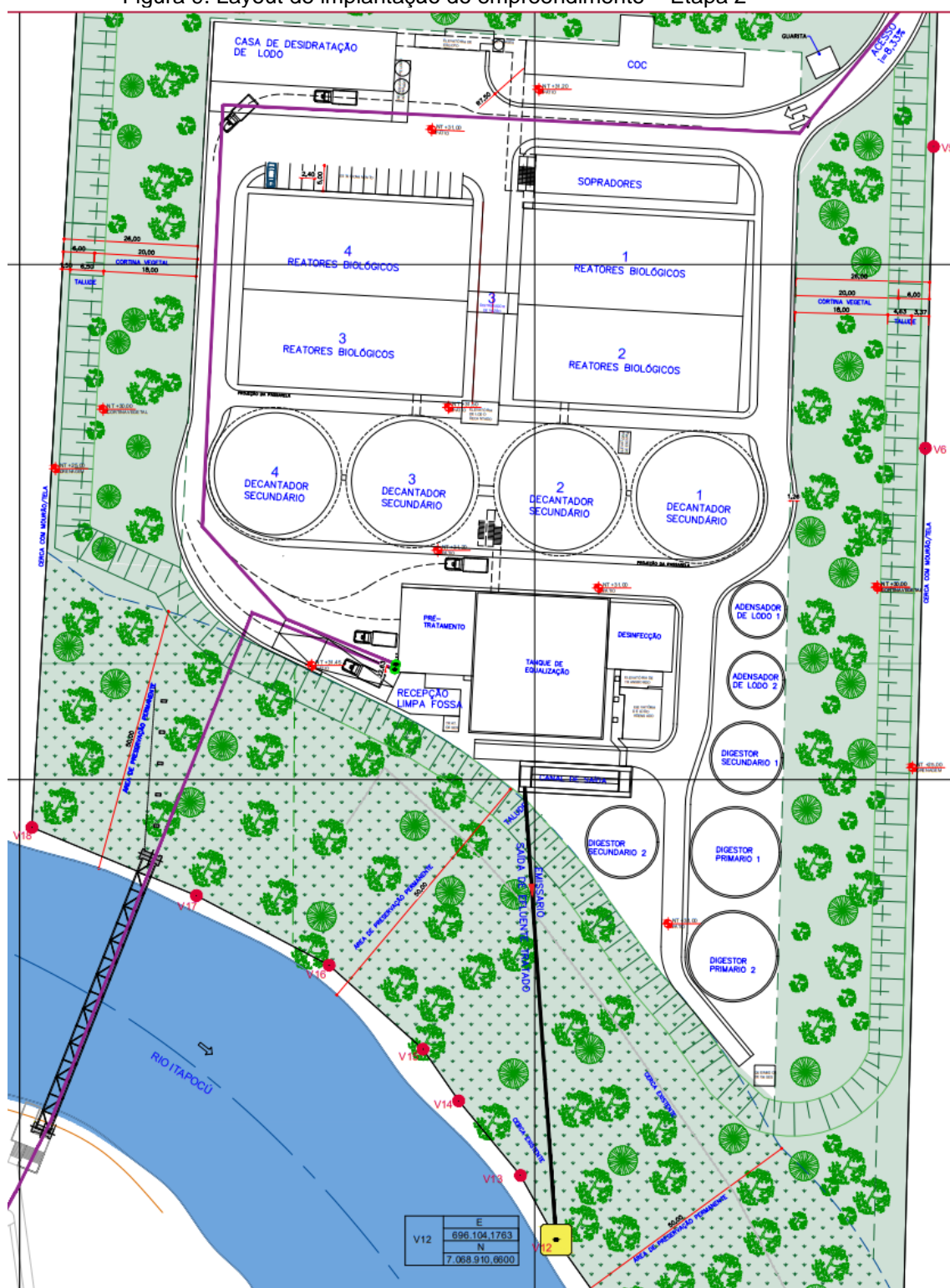
Figura 7. Unidades de implantação da ETE - Etapa 1



Figura 8. Unidades de implantação da ETE - Etapa 2



Figura 9. Layout de implantação do empreendimento – Etapa 2

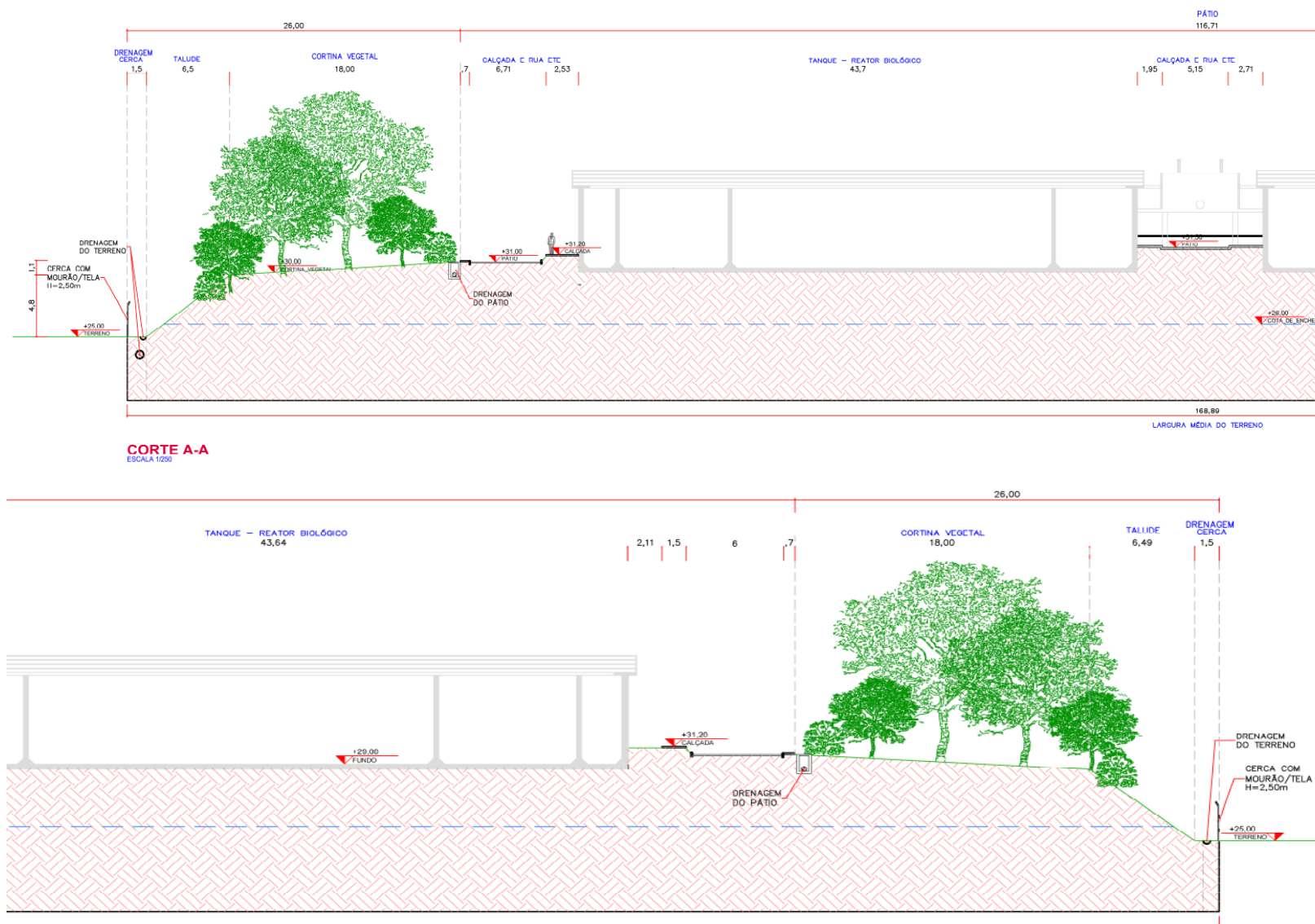


5.3 Planialtimetria e Terraplanagem

O terreno inicialmente estava a uma cota de 25m, contudo, a área anteriormente a destinação ao SAMAE era utilizada para depósito de terra, tendo

ocorrido a adequação do terreno e contenção de possíveis inundações da área que já chegaram a cota 26m, através da construção do talude até a cota 30m. O local utilizado para implantação da ETE no terreno totaliza 168,71m de largura, sendo que destes, está previsto a recomposição vegetal de 18m de cada lado, com a finalidade de manter a estabilidade do talude. Também, será realizada a drenagem do terreno em cada extremidade para evitar acúmulo d'água (Figura 10).

Figura 10. Corte AA do terreno



Já no sentido da entrada do terreno à extremidade final, onde será alocado o emissário da Estação, também está previsto a recomposição vegetal de uma cortina na frente de 14,86m na cota 30m. E aos fundos, está localizada a Área de Preservação Permanente com 50m de comprimento, chegando ao Rio Itapocú na cota 17m (Figura 11).

Figura 11. Corte BB do terreno



A Estação de Tratamento de Esgoto possui seis vértices extremos de seu perímetro. Além disso, como apresentado anteriormente a área de estudo teve a construção de taludes, que serviu também para conter efeitos de possíveis inundações na área (Figura 12).

Figura 12. Aterro na área



5.3.1 Canteiro de obras e execução

O canteiro de obras será no próprio terreno da ETE, sendo que está previsto a instalação de baias de resíduos e estrutura de apoio aos funcionários.

Destaca-se que devido o empreendimento ser executado em área de aterro, será necessário adotar medidas de contenção dos taludes para garantir a estabilidade do terreno. Essas medidas visam evitar deslizamentos e assegurar a segurança das obras.

Inicialmente, será realizada a terraplanagem, que consiste na movimentação de terra para o nivelamento do terreno e preparação da área para as etapas construtivas subsequentes. Durante essa etapa, serão adotadas técnicas apropriadas para minimizar a compactação do solo e preservar a vegetação existente.

Durante as atividades de terraplanagem e movimentação de terra, há o risco de erosão do solo. Para mitigar esse impacto, serão adotadas medidas como o uso de técnicas de enlonamento e a construção de taludes com inclinações adequadas, visando a estabilização do solo.

Outro impacto ambiental a ser considerado é a sedimentação em corpos hídricos próximos. A drenagem provisória será realizada de forma adequada, evitando o lançamento de sedimentos nos corpos d'água. Para isso, serão utilizados dispositivos de contenção, como barragens de contenção ou diques, juntamente com técnicas de filtragem para reter os sedimentos antes de serem lançados no sistema de drenagem.

Não está previsto rebaixamento do lençol freático, mas caso seja necessário para a execução das obras, serão adotadas técnicas adequadas para minimizar os impactos ambientais. Onde deverão ser empregados sistemas de bombeamento e drenagem controlada, com o objetivo de evitar a contaminação de águas subterrâneas e garantir a recuperação do nível freático após a conclusão das obras. Para todas as atividades de implantação, serão seguidas as regulamentações ambientais vigentes e as orientações dos órgãos competentes.

O canteiro de obras contará com almoxarifado, refeitório, escritório, área de montagem de ferragem e formas, banheiros e vestiários. Sendo que os banheiros contarão com sistema de fossa e filtro, tendo limpeza por empresa terceirizada devidamente licenciada.

6 DESCRIÇÃO BÁSICA DO PROJETO

A Estação de Tratamento de Esgoto será dimensionada para uma vazão compatível com a estimativa populacional que a estação de tratamento deverá atender, considerando o desvio da BR280, que poderá trazer um “boom” de desenvolvimento econômico para a região norte do município, bem como a possibilidade de parte do esgoto sanitário dos municípios de Schroeder e Guaramirim serem destinados para essa nova ETE, estima-se inicialmente que o equivalente populacional seja de **129.995 habitantes** e que a vazão sanitária (esgoto e infiltração) seja de **275 L/s**. Todos os equipamentos, dispositivos e edificações projetadas deverão atender à vazão de estudo populacional.

O município de Schroeder tem Plano Municipal de Saneamento Básico, no qual consta uma equação de crescimento populacional: $y = 7,12206729 - 28038,81530319x + 27.599.674,14303580$. Considerando 25 anos, resulta em uma população de 46.058 habitantes. Considerando que para a população rural haverá soluções individuais ou coletivas isoladas e considerando que nem todo efluente urbano será direcionado para a ETE Centenário, aplica-se um coeficiente de desconto de 50%, resultando em 23.029 habitantes.

Considerando o crescimento populacional pelo desvio da BR 280 e possibilidade de direcionamento dos esgotos sanitários de parte de Guaramirim, como segurança considerou-se uma população adicional de 32.300 habitantes.

Figura 13. População ETE Centenário

POPULAÇÃO ETE CENTENÁRIO	
- Estimativa:	74 666
- Schroeder:	23 029
- Desvio BR280 e Guaramirim:	32 300
TOTAL:	129 995

Em relação à alocação de equipamentos, como módulos de tratamento preliminar ou conjuntos motor bomba, pode-se estimar em duas etapas: a primeira até o ano 2030 e a segunda na vazão de projeto. Até o ano 2030 a população atendida estimada será de 69.555 habitantes e a segunda etapa de 129.995 habitantes.

A tecnologia que será adotada para o tratamento dos efluentes será de Lodo ativado Bardenpho. Sendo o material e sistema construtivo dos tanques será de concreto armado.

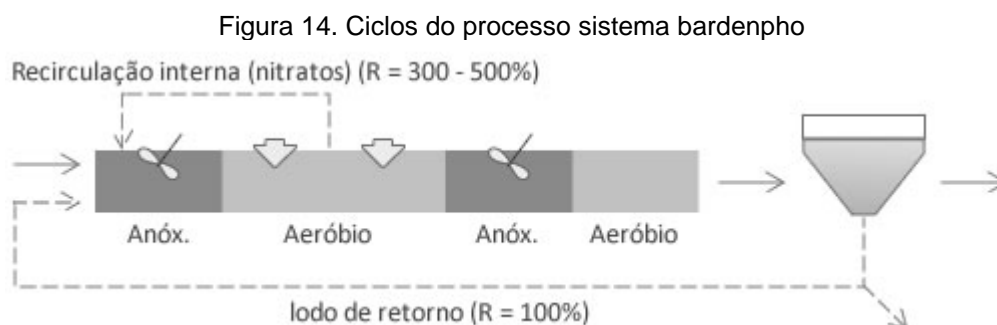
Os parâmetros de saída do efluente tratado atenderão em totalidade todas as exigências presentes nas legislações estaduais e federais.

6.1 Sistema de Lodo Ativos Bardenpho

O processo de lodo ativado é uma das técnicas mais comuns e eficientes de tratamento biológico de águas residuais. Ele envolve a utilização de microrganismos aeróbios (que necessitam de oxigênio) para decompor e estabilizar a matéria orgânica presente no efluente, transformando-a em biomassa e gases. Esse processo ocorre em um ambiente controlado, geralmente em grandes tanques conhecidos como reatores biológicos.

Assim, o sistema de lodos ativados Bardenpho, desenvolvido pelo brasileiro Marcos Von Sperling, é um processo avançado de tratamento de efluentes amplamente utilizado para remover nutrientes, como nitrogênio e fósforo, de águas residuais. Esse método é especialmente eficiente no tratamento de esgotos provenientes de áreas densamente povoadas, indústrias e outras fontes poluentes que possuem elevadas cargas de nutrientes.

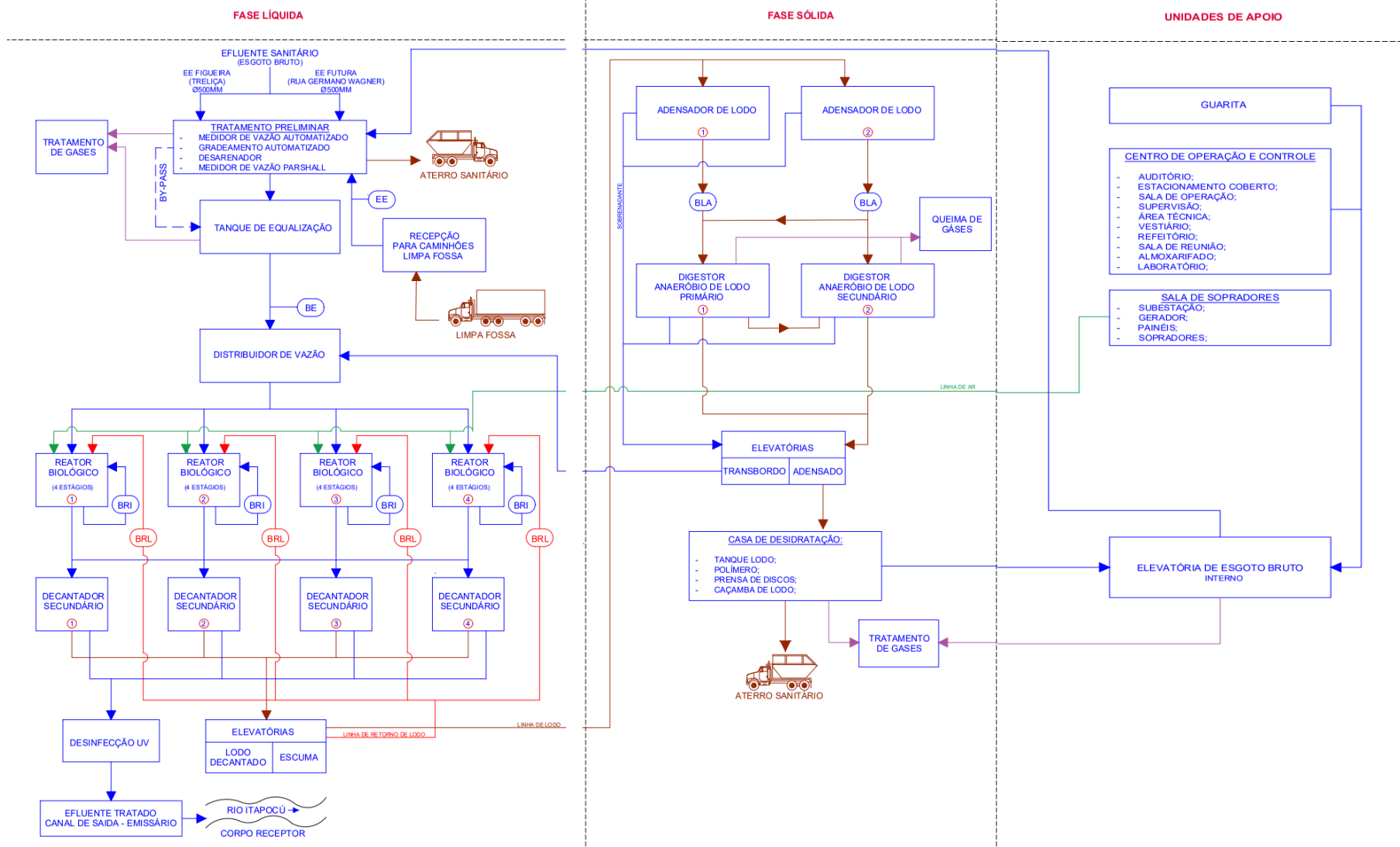
O sistema Bardenpho consiste em várias etapas distintas, incluindo a remoção de nitrogênio em condições anaeróbias e a remoção de fósforo em condições aeróbias, que ocorrem em diferentes tanques de tratamento. A combinação de processos biológicos, como nitrificação e desnitrificação, bem como a formação de grânulos biológicos, permite a eficiente remoção de poluentes, resultando em um efluente de alta qualidade ambiental.



FONTE: Sperling (2001)

O fluxograma geral da Estação de Tratamento de Esgoto mostra com maiores detalhes a passagem do efluente bruto, efluente em tratamento e efluente tratado, além da água potável, dosagem de químicos, drenados, ar soprado, excesso de lodo, lodo desidratado e recirculação de lodo. Além disso, o fluxograma geral também apresenta a alocação de instrumentos e equipamentos na área do empreendimento (Figura 15).

Figura 15. Fluxograma geral da Estação de Tratamento de Esgoto.



7 DADOS GERAIS DE PROJETO

7.1 Área de projeto

ÁREA LIMITE MUNICIPAL: 529,54 km²

ÁREA LIMITE URBANO: 122 km²

ÁREA LIMITE DE PROJETO: 44.135,40 m²

7.2 Alcance do plano

ABRANGÊNCIA: 129.995 habitantes (275,00 l/s)

INÍCIO DO PLANO: até 2030 – (69.555 habitantes)

FIM DO PLANO: após 2030 – (129.995 habitantes)

CONSUMO "PER CAPITA": 160,00 L/hab.d

ÍNDICES DE ATENDIMENTO: Atendimento parcial Schroeder, Desvio BR 280, Guaramirim e Jaraguá do Sul

7.3 Coeficientes de variação

No Quadro abaixo é apresentado informações sobre os coeficientes de variação adotados para o dimensionamento da Estação de Tratamento de Esgoto (ETE). Os coeficientes de variação são parâmetros fundamentais para considerar a variabilidade dos dados ao projetar e dimensionar os equipamentos e processos que compõem a estação. Eles permitem uma abordagem mais precisa e realista, levando em conta as flutuações sazonais e as incertezas inerentes ao tratamento de efluentes, resultando em um projeto mais robusto e eficiente.

Quadro 2. Coeficientes de variação

COEFICIENTES DE VARIAÇÃO	VALORES	UNIDADE	FONTE / CRITÉRIO:
COEFICIENTE DE MÁXIMA VAZÃO DIÁRIA - K1	1,2		NBR 14486 - 2000
COEFICIENTE DE MÁXIMA VAZÃO HORÁRIA - K2	1,6		NBR 14486 - 2000
COEFICIENTE DE MÍNIMA VAZÃO HORÁRIA - K3	0,5		NBR 9649 - 1986
COEFICIENTE DE RETORNO - C	0,8		NBR 14486 - 2000
COEFICIENTE DE INFILTRAÇÃO - Txi	0,14	l/s.km	SAMAE
CONSUMOS MÉDIO ÁGUA - l/hab.dia	159,6	l/hab.dia	SNIS - 2022
REDE COLETORA - Primeira Etapa	348	km	SAMAE
REDE COLETORA - Segunda Etapa	650	km	SAMAE

7.4 Corpo receptor

NOME DO CORPO RECEPTOR: Rio Itapocú

VAZÃO DE MÉDIA: Q médio: 78,00 m³/s (AMVALI, 2017)

VAZÃO DE ESTIAGEM: Q_{7,10}: 10,10 m³/s (AMVALI, 2013)

7.5 Etapas de implantação

O Quadro abaixo apresenta as duas etapas distintas de implantação do dimensionamento da ETE, divididas com base em um horizonte temporal até 2030 e posterior a essa data. A primeira etapa, até 2030, tem como objetivo projetar e dimensionar a ETE com base nas projeções de crescimento populacional e outras demandas esperadas para a próxima década.

A segunda etapa, posterior a 2030, tem como foco ajustar e ampliar a capacidade da ETE para atender às novas demandas previstas após o período inicial de dimensionamento. Com base nas projeções de longo prazo e no acompanhamento contínuo das mudanças socioeconômicas e ambientais, serão tomadas as medidas necessárias para garantir que a ETE permaneça eficiente, adaptável e em conformidade com as normas ambientais em vigor. A abordagem em duas etapas oferece uma estratégia sólida para o desenvolvimento da infraestrutura de tratamento de esgoto, assegurando que a estação seja capaz de atender às necessidades da comunidade ao longo do tempo e promovendo o desenvolvimento sustentável da região.

Quadro 3. Etapas de implantação

ETAPAS DE IMPLANTAÇÃO	Popul.	Q _{méd} (l/s)	Q _{méd c/ inf} (l/s)	Q _{mín} (l/s)	Q _{mín c/ inf} (l/s)	Q _{máx dia} (l/s)	Q _{máx dia c/ inf} (l/s)	Q _{máx hor} (l/s)	Q _{máx hor c/ inf} (l/s)
1ª ETAPA - 2030	69.555	102,79	151,51	51,39	100,11	123,34	172,06	197,35	246,07
2ª ETAPA - Fim de plano	129.995	192,10	275,00	96,05	187,05	230,52	321,52	368,84	459,84
* Valores Fixados a partir da Abrangência, do Início e Fim de Plano, estipulados para o Projeto adotando os coeficientes de variação vazão.									
**Contribuição de esgotos com infiltração, per capita de Fim de Plano, estipuladas pelo Alcance de Plano do Projeto (l/hab.d):									182,78
Vazão de Infiltração (l/s):	48,72	1ª ETAPA							
Vazão de Infiltração (l/s):	91,00	2ª ETAPA							

Contribuição esgoto per capita Fim de Plano = 182,776 l/hab.d

7.6 Critérios e disposições

Neste quadro, são apresentados os critérios e disposições dos valores adotados para concentração de contaminantes no esgoto bruto da ETE. O objetivo é fornecer uma visão abrangente das limitações impostas para a presença de contaminantes no efluente afluente à ETE.

Quadro 4. Caracterização de entrada do esgoto bruto

CARACTERIZAÇÃO DE ENTRADA DO ESGOTO BRUTO					
PARÂMETRO	Unidade	Min	Máx	Adotado	CRITÉRIO:
Demanda Bioquímica de Oxigênio	g DBO/hab.d	45	60	55	NBR 12209 - 2011
Demanda Química de Oxigênio	g DQO/hab.d	90	120	110	NBR 12209 - 2011
Sólidos em suspensão	g SS/hab.d	45	70	60	NBR 12209 - 2011
Nitrogênio Amoniacal	g NTK/hab.d	8	12	11,81	SAMAE -Relt. IMA 64,6 mg/l
Nitrogênio Total	g N/hab.d	8	12	16,93	SAMAE -Relt. IMA 92,64 mg/l
Fósforo Total	g P/hab.d	1,00	1,60	1,60	NBR 12209 - 2011
Temperatura	°C	15	31	-	SAMAE - Registros 2016-2020

Já o Quadro abaixo traz as concentrações de contaminantes no esgoto bruto considerando a população de cada etapa. A primeira, até o ano de 2030, e a segunda, posterior a essa data. A segmentação em duas fases tem como objetivo acompanhar as mudanças previstas nas características do esgoto bruto e adequar os critérios de análise conforme as demandas evoluem, garantindo um tratamento eficiente e de acordo com as normas ambientais.

Quadro 5. Vazões e carga de entrada do esgoto bruto

VAZÕES E CARGAS DE ENTRADA DO ESGOTO BRUTO			
PARÂMETRO	Unidade	1ª ETAPA - 2030	2ª ETAPA - Fim de plano
População	hab	69.555	129.995
Vazão Média	l/s	151,51	275,00
Vazão Horária	m3/h	545,42	990,00
Vazão Diária	m3/d	13.090,19	23.760,00
Demanda Bioquímica de Oxigênio	kgDBO/d	3.825,53	7.149,73
Demanda Química de Oxigênio	kgDQO/d	7.651,05	14.299,45
Sólidos em suspensão	kgSS/d	4.173,30	7.799,70
Nitrogênio Amoniacal	kgNTK/d	821,26	1.534,90
Fósforo Total	kgP/d	111,29	207,99

7.7 Eficiência do processo de tratamento

O Quadro abaixo apresenta os resultados da eficiência de tratamento da ETE em relação aos principais contaminantes presentes no esgoto. Para cada contaminante, são fornecidos os valores tanto no efluente bruto de entrada quanto no efluente tratado de saída

após o processo de tratamento. A porcentagem de remoção é calculada com base na diferença entre os valores de entrada e saída, representando a eficácia do tratamento na redução da concentração de cada contaminante específico. Esses dados são importantes para avaliar o desempenho da ETE e garantir que os padrões de qualidade ambiental sejam atendidos relativos à Resolução CONSEMA 182/2021.

Quadro 6. Eficiências do processo de tratamento. Fonte: Von Sperling, 2002.

ESTIMATIVAS DE CARGAS DE SAÍDA DO EFLUENTE TRATADO E EFICIÊNCIA						
PARÂMETRO	Unidade	Eficiência (%)		2ª ETAPA - Fim de plano		
		Faixa	Adot.	Entrada	Saída	Consema 182/2021
Vazão Média Diária - Final de Plano	m3/d			23.760	23.760	
Demanda Bioquímica de Oxigênio	mgDBO/l	83-93	93	300,91	21,06	30,00
Demanda Química de Oxigênio	mgDQO/l	75-88	88	601,83	72,22	120,00
Sólidos em suspensão	mgSS/l	87-93	93	328,27	22,98	150,00
Nitrogênio Amoniacal	mgNTK/l	<60	80	64,60	12,92	15,00
Fósforo Total	mgP/l	<35	20	8,75	7,00	
pH				7 a 8	5 a 9	5 a 9

7.8 Demais parâmetros das legislações aplicáveis

Neste quadro, é apresentado demais legislações aplicáveis a qualidade da água, com foco em quatro importantes normas ambientais: CONAMA nº 430/2011, CONAMA nº 357/2011, CONSEMA nº 182/2021 e PORTARIA ESTADUAL nº 17/2002. Essas regulamentações são referências fundamentais para o tratamento e controle de efluentes, estabelecendo diretrizes e padrões para a qualidade da água e garantindo a proteção dos recursos hídricos. O quadro traz os parâmetros de cada norma, bem como o limite de cada componente.

A CONAMA nº 430/201 estabelece os parâmetros e padrões de lançamento de efluentes no corpo receptor; Define diretrizes para a qualidade da água e o controle de poluentes em águas superficiais; e exige o tratamento adequado dos efluentes antes de seu lançamento no meio ambiente. A CONAMA nº 357/2011 estabelece as condições e padrões para enquadramento dos corpos de água em classes; e define os limites máximos de concentração de poluentes nas águas superficiais.

A CONSEMA 182/2021 estabelece no Estado de Santa Catarina, as diretrizes para os padrões de lançamento de esgotos sanitários de sistemas públicos de tratamento, operados por ente público ou privado. Já a Portaria FATMA 17/2002 estabelece os Limites

Máximos de Toxicidade Aguda para efluentes de diferentes origens e dá outras providências no Estado.

Quadro 7. Legislações aplicáveis

Legislações: CONAMA nº430/2011, CONAMA nº 357/2011, CONSEMA nº 182/2021 e PORTARIA nº 17/2002					
Parâmetros	Unidade	430/2011	357/2005	182/2021	17/2002
1,1-Dicloroetano	mg/l		0,003		
1,2-Dicloroetano	mg/l		0,010		
2,4,5-T	µg/l		2,00		
2,4,5-TP	µg/l		10,00		
2,4,6-Triclorofenol	mg/l		0,01		
2,4-D	µg/l		4,00		
2,4-Diclorofenol	µg/l		0,30		
2-Clorofenol	µg/l		0,10		
Acrilamida	µg/l		0,50		
Alacloro	µg/l		20,00		
Aldrin + Dieldrin	µg/l		0,005		
Alumínio dissolvido	mg/l		0,10		
Antimônio	mg/l		0,005		
Arsênio total	mg/l	0,50	0,01		
Atrazina	µg/l		2,00		
Bário total	mg/l	5,00	0,70		
Benzeno	mg/l				
Benzeno	mg/l	1,20	0,005		
Benzidina	µg/l		0,001		
Benzo(a)antraceno	µg/l		0,050		
Benzo(a)pireno	µg/l		0,050		
Benzo(b)fluoranteno	µg/l		0,050		
Benzo(k)fluoranteno	µg/l		0,05		
Berílio total	mg/l		0,04		
Boro total	mg/l	5,00	0,500		
Cádmio total	mg/l	0,20	0,001		
Carbaril	µg/l		0,02		
Chumbo total	mg/l	0,50	0,010		
Cianeto livre	mg/l	0,20	0,005		
Cianeto total	mg/l	1,00	-		
Clordano (cis + trans)	µg/l		0,04		
Cloreto total	mg/l		250,00		
Cloro residual total (combinado + livre)	mg/l		0,01		
Clorofila <i>a</i>	µg/l		até 30		
Clorofórmio	mg/l	1,00	-		
Cobalto total	mg/l		0,050		
Cobre dissolvido	mg/l	1,00	0,009		
Coliformes Termotolerantes	UFC/ml		*		
Cor verdadeira	mg pt/l		75,00		
Criseno	µg/l		0,050		
Cromo hexavalente	mg/l	0,10	-		
Cromo total	mg/l		0,05		
Cromo trivalente	mg/l	1,00	-		
DBO5	mg/l	120,00	5,00	30,00	

DDT (p,p'-DDT + p,p'-DDE + p,p'-DDD)	µg/l		0,002		
Demeton (Demeton-O + Demeton-S)	µg/l		0,10		
Densidade de cianobactérias	cel/mL		50.000		
Dibenzo(a,h)antraceno	µg/l		0,05		
Dicloroeteno	mg/l	1,00	0,003		
Diclorometano	mg/l		0,020		
Dodecacoloro pentaciclodecano	µg/l		0,001		
DQO	mg/l			120,00	
Endossulfan (a + b + sulfato)	µg/l		0,056		
Endrin	µg/l		0,004		
Estanho total	mg/l	4,00	-		
Estireno	mg/l	0,07	0,02		
Fenóis totais	mg/l	0,50	0,003		
Ferro dissolvido	mg/l	15,00	0,300		
Fluoreto total	mg/l	10,00	1,40		
Fósforo	mg/l	**	***	4****	
Glifosato	µg/l		65,00		
Gution	µg/l		0,005		
Heptacloro epóxido + Heptacloro	µg/l		0,010		
Hexaclorobenzeno	µg/l		0,007		
Indeno(1,2,3-cd)pireno	µg/l		0,050		
Limites Máximos de Toxicidade Aguda para Daphnia magna					1
Limites Máximos de Toxicidade Aguda para Vibrio fisheri					4,00
Lindano (γ-HCH)	µg/l		0,02		
Lítio total	mg/l		2,50		
Malation	µg/l		0,10		
Manganês dissolvido	mg/l	1,00	-		
Manganês total	mg/l		0,10		
Materiais sedimentáveis	ml/l	até 1 ml/l	-	≤1,00	
Mercúrio total	mg/l	0,01	0,002		
Metolacloro	µg/l		10,00		
Metoxicloro	µg/l		0,03		
Níquel total	mg/l	2,00	0,025		
Nitrato	mg/l		10,00		
Nitrito	mg/l		1,00		
Nitrogênio amoniacal	mg/l	20,00	-	15,00	
Nitrogênio total	mg/l		para 7,5 < pH < 8,0 1,0 mg/L N	20,00	
OD	mg/L	<5			
Óleos Minerais	mg/l	20,00	-		
Óleos vegetais e gorduras animais	mg/l	50,00	-	30,00	
Paration	µg/l		0,040		
PCBs - Bifenilas policloradas	µg/l		0,001		
Pentaclorofenol	mg/l		0,009		
pH	-	5 a 9	6 a 9	5 a 9	
Prata total	mg/l	0,10	0,01		
Selênio total	mg/l	0,30	0,01		
Simazina	µg/l		2,00		
Sólidos dissolvidos totais	mg/l		500,00		
Sólidos suspensos totais	mg/l			150,00	

Substâncias tensoativas que reagem com o azul de metileno	mg/l		0,50		
Sulfato total	mg/l		250,00		
Sulfeto	mg/l	1,00	0,002		
Temperatura	°C	40,00	-	<40,00	
Tetracloroeto de carbono	mg/l	1,00	0,002		
Tetracloroeteno	mg/l		0,01		
Tolueno	mg/l	1,20	0,002		
Toxafeno	µg/l		0,01		
Tributilestano	µg/l		0,063		
Triclorobenzeno (1,2,3-TCB + 1,2,4-TCB)	mg/l		0,020		
Tricloroeteno	mg/l				
Tricloroeteno	mg/l	1,00	0,03		
Trifluralina	µg/l		0,20		
Turbidez	UNT	100,00	100,00		
Urânio total	mg/l		0,020		
Vanádio total	mg/l		0,10		
Xileno	mg/l	1,60	0,30		
Zinco total	mg/l	5,00	0,18		

* Para uso de recreação de contato primário deverá ser obedecida a Resolução CONAMA no 274, de 2000. Para os demais usos, não deverá ser excedido um limite de 1.000 coliformes termotolerantes por 100 mililitros

** O órgão ambiental competente poderá definir padrões específicos para o parâmetro fósforo no caso de lançamento de efluentes em corpos receptores com registro histórico de floração de cianobactérias, em trechos onde ocorra a captação para abastecimento público.

***LIMITES DE QUALIDADE DA ÁGUA PARA RIO CLASSE 2

a) até 0,030 mg/l, em ambientes lênticos; e,

b) até 0,050 mg/l, em ambientes intermediários, com tempo de residência entre 2 e 40 dias, e tributários diretos de ambiente lêntico.

**** Para lançamentos em lagoas, lagunas e estuários.

8 PARÂMETROS E DADOS DE PROJETO

Abaixo é descrito os dados e parâmetros de projeto para o dimensionamento da Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) Centenário, elaborados em colaboração com o Serviço Autônomo Municipal de Água e Esgoto (SAMAE) Jaraguá do Sul. O principal ponto de atenção para dimensionamento foi a observância da desativação que ocorrerá nas atividades de operação da ETE Figueira, tornando imprescindível que a ETE Centenário atenda às demandas de tratamento de esgoto previamente atendidas pela estação anterior. Nesse contexto, o parâmetro mais crucial estabelecido foi a vazão, que abrange os valores mínimos, médios e máximos de esgoto a serem tratados, proporcionando a base para o dimensionamento e seleção dos componentes essenciais da ETE Centenário.

A definição das vazões mínimas, médias e máximas de esgoto na ETE Centenário foi fruto de uma análise detalhada realizada em conjunto com o SAMAE, considerando a população atendida e as projeções futuras de crescimento urbano na região. Essas vazões estabelecem a base para determinar a capacidade dos reatores e demais processos de tratamento, bem como os dimensionamentos dos tanques, decantadores, e demais componentes estruturais.

Outro ponto fundamental para o projeto da ETE Centenário foi a análise das cargas afluentes aos reatores, que compreendem os parâmetros físico-químicos e biológicos presentes no esgoto a ser tratado. A partir dessa análise, foi possível selecionar os sistemas de tratamento mais adequados, bem como os materiais construtivos necessários para garantir a eficiência e durabilidade da estação. Optou-se por utilizar um sistema Bardenpho de aeração prolongada, que se mostrou eficiente na remoção de matéria orgânica e nutrientes, contribuindo para a qualidade do efluente final. O conjunto de dados e parâmetros de projeto apresentado a seguir servirá como base para a definição de todos os demais itens da ETE Centenário, garantindo uma estação de tratamento moderna, eficiente e adaptada às necessidades atuais e futuras da região.

- Vazões

Q _{máx} =	313,52 l/s	1128,67 m ³ /h	27088,13 m ³ /d
Q _{méd} =	275,00 l/s	990,00 m ³ /h	23760,00 m ³ /d

Qmin= 178,71 l/s 643,36 m³/h 15440,54 m³/d

- População atendida
129.995 habitantes

- Cargas

Quadro 8. Cargas afluentes aos reatores

VAZÕES E CARGAS DE ENTRADA DO ESGOTO BRUTO			
PARÂMETRO	Unidade	1ª ETAPA - 2030	2ª ETAPA - Fim de plano
População	hab	69.555	129.995
Vazão Média	l/s	151,51	275,00
Vazão Horária	m³/h	545,42	990,00
Vazão Diária	m³/d	13.090,19	23.760,00
Demanda Bioquímica de Oxigênio	kgDBO/d	3.825,53	7.149,73
Demanda Química de Oxigênio	kgDQO/d	7.651,05	14.299,45
Sólidos em suspensão	kgSS/d	4.173,30	7.799,70
Nitrogênio Amoniacal	kgNTK/d	821,26	1.534,90
Fósforo Total	kgP/d	111,29	207,99

* Pode se alcançar eficiências maiores na remoção de N e P através de etapas específicas com aeração prolongada

- Temperatura
Temperatura Mínima do Efluente: 15°C
Temperatura Máxima do Efluente: 31°C

- Forma construtiva e material construtivo
Reatores retangulares, em concreto armado.

- Tipo de Aeração
Aeração prolongada por ar difuso

9 DIMENSIONAMENTO

Para o dimensionamento dos volumes dos reatores, foram considerados as cargas afluentes ao sistema de tratamento, bem como parâmetros específicos definidos de acordo com as faixas de valores para lodos ativados com aeração prolongada (idade do lodo, produção específica do lodo, sólidos suspensos, tempo de ciclo e tempo de reação). Os parâmetros utilizados levaram em consideração as relações propostas por Von Sperling (2002), em seu livro “Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias: Lodos Ativados”.

9.1 Definições iniciais

9.1.1 Parâmetros iniciais de lodos ativados

Conforme Von Sperling (2002), os parâmetros iniciais levaram em consideração os valores típicos de coeficientes cinéticos e estequiométricos, além de relações básicas para o cálculo da remoção da DBO em sistemas de lodos ativados. Essas relações são apresentadas abaixo:

Relação O₂/SSb: **1,42** gO₂/gSSV biodegradáveis

Relação DBO_u/DBO₅: **1,46** gO₂/gSSV biodegradáveis

SSV/SS no esgoto bruto: **0,80** gSSV/gSS

SSb/SSV no esgoto bruto: **0,60** gSSb/gSS

SSV/SS ao gerar sólidos: **0,90** gSSV/gSS

Y: **0,6** gSSV/gDQO

K_d: **0,08** gSSV/gSSV.d

F_b: **0,57** kgSSb/kgSSV

9.1.2 Coeficientes da nitrificação

Taxa de crescimento específico máxima (umáx) (20°C): **0,5** d⁻¹

Coeficiente de saturação de amônia (K_N): **0,7** gNH₄/m³

Coeficiente de saturação de oxigênio (k_o):	0,8	gO ₂ /m ³
Coeficiente de produção específica (YN):	0,08	gNitrif/gNH ₄ oxidada
Coeficiente de temperatura para $\mu_{m\acute{a}x}$ (Θ):	1,1	
Demanda de O ₂ para nitrificação:	4,57	gO ₂ /gNO ₃ -

9.1.3 Coeficientes da desnitrificação

Taxa de desnitrificação na zona pré-anóxica (20°C):	0,08	kgNO ₃ -/kgSSV.d
Coeficiente de temperatura para taxa de desnitrificação(Θ):	1,09	
Produção de O ₂ para desnitrificação:	2,85	gO ₂ /gNO ₃ - reduzido
Fração de amônia no lodo excedente:	0,12	kgNH ₄ + /kgSSV

9.1.4 Reator

Fração do Reator como zona pré-anóxica:	0,25	
Fração do Reator como zona aeróbia:	0,75	
Relação entre a taxa de remoção da DBO em condições anóxicas e em condições aeróbias:	0,7	
Razão de recirculação de lodo:	100%	

9.1.5 Aeração ar difuso

Os parâmetros para cálculo da aeração por ar difuso seguiram Von Sperling (2022), sendo que o detalhamento deste poderá ser visto no item 8.2.6:

Eficiência de transferencia de O ₂ :	0,15	
Coeficiente de Segurança:	1,5	
Eficiência do motor e do soprador:	0,6	
Massa específica do ar:	1,2	kg/m ³
fração O ₂ ar:	0,23	gO ₂ /g ar
Perda de carga na tubulação:	0,4	m
di:	4	m - que refere-se a profundidade de imersão dos difusores de ar

9.2 Cálculo Reatores

9.2.1 Características do afluente à etapa de lodos ativados (LA)

Carga DBO afluente LA:	7149,725	kgDBO/d
Concentração DBO afluente LA:	300,91	mgDBO/l
Carga NTK afluente LA:	1534,89	kgNTK/d
Concentração NTK afluente LA:	64,60	mgNTK/l

9.2.2 Características estimadas para o efluente final da ETE

Concentração DBO efluente final:	15,0	mgDBO/l
Concentração NTK efluente final:	19,4	mgNTK/l

9.2.3 Dimensionamento do reator

- Parâmetros e coeficientes de projeto adotados**

Idade do lodo Θ_c : **20,0** d Aeração prolongada de 18 a 30d.

Sólidos em suspensão voláteis no tanque de aeração SSVTA (X_v): **3000,0** mg/l

Aeração prolongada de 2500 a 4000 mg/L.

DBO solúvel efluente S: **21,06** mg/l Valor obtido de acordo com a eficiência de remoção adotada.

Y: **0,6** gSSV/gDQO

Kd: **0,08** gSSV/gSSV.d

Fração biodegradável dos SSV fb: **0,57** kgSSb/kgSSV

- Volume reação para 23.760,00 m³**

O Volume de Reação é calculado segundo a fórmula tradicional de fluxo contínuo, levando em consideração o conceito de fração biodegradável. No caso, Von Sperling (2002), verifica primeiramente o volume necessário para reação, de acordo com a vazão, em um Sistema de Lodos Ativados.

Volume Reação (V):	13893,9	m³	$V = \frac{Y \cdot \theta_c \cdot Q \cdot (DBO_{afl} - S)}{X_v \cdot (1 + f_b \cdot K_d \cdot \theta_c)}$
Volume Total:	16222,1	m³	
Volume Anóxico:	4055,5	m³	$V_{tot} = V \times \frac{F_{anox} + F_{aer}}{0,70 \times F_{anox} + F_{aer}}$

Volume Aeróbio: **12166,5** m³

- Definição quantidade de tanques e volumes**

Número de tanques: **4,0** un.

Volume de cada tanque: **4055,5** m³

- Definição de alturas e área mínima**

Altura de aeração (Haer): **5,4** m

Altura de borda livre (Hborda): **0,85** m

Altura de fundo (Hfundo): **0,20** m

Altura total tanque (Htanque): 6,45 m

Área superf. (cada tanque): 751,02 m²

- Tempo de detenção hidráulica**

Tempo detenção hidráulica TDH: **0,68** d ou **16,39** h

Relação SSV/SS: **0,80**

Concentração de SSTA (X): **3750,0** mg/l

Massa de SSTA no reator (Mx) **45624,7** Kg/SS

9.2.4 Nitrificação e desnitrificação

Os cálculos das taxas de crescimento pelas condições ambientais, levou em consideração os valores propostos por Von Sperling (2002).

- Cálculo da Taxa de crescimento das bactérias nitrificantes em função das condições ambientais no reator**

Efeito da Concentração de amônia: u **0,46** d⁻¹

Correção: **0,93**

$$\mu = \mu_{\max} \times \left[\frac{NH_4^+}{K_N + NH_4^+} \right]$$

Efeito da concentração de OD no reator: u **0,36** d-1

Correção: **0,71**

$$\mu = \mu_{max} \times \left[\frac{OD}{K_O + OD} \right]$$

Efeito do pH no reator: u **0,33** d-1

Correção: **0,67**

Efeito da temperatura: u **0,50** d-1

Correção: **1,00**

Efeito Integrado das condições ambientais: **0,46**

U.N **0,23** d-1

Idade do lodo aeróbia mínima requerida para nitrificação total

θ_c **4,34** d

Verificação: **15,00** d

$$\theta_c = \frac{1}{\mu}$$

- **Cálculo da fração de nitrificantes nos sólidos em suspensão voláteis no reator**

Produção líquida de sólidos biológicos:

P_{xv} líquida remanescente: **2084,09** kgSSV/d

Carga de amônia a ser oxidada:

Carga de NTK afluente: **1534,9** d kg/d

Carga de NTK efluente: **460,47** d kg/d

Carga de NTK no lodo excedente: **250,09** d kg/d

Carga de NTK a ser oxidado: **824,34** d kg/d

Produção de bactérias nitrificantes:

P_{xN} **65,94** kgX_n/d

Relação fN:

fN **0,0316** gXN/gXv

Cálculo da taxa de nitrificação:

273,22 gXN/gXv

Carga de NTK passível de ser oxidada:

LNTK **3324,19** kgNTK/d

- **Cálculo da concentração de amônia afluyente**

Carga de NTK no efluente: **0,12** mgNTK/l (assumido)

Eficiência de remoção de amônia: **99,8** %

Massa de SSV na zona pré-anóxica

Mssvanox: **12166,6** kgSSV

Recirculação de nitratos à zona anóxica

Razão de Recirculação do Lodo Rlodo: **0,5**

Razão de Recirculação interna Rint: **1** (da zona aeróbia para zona anóxica)

Razão de recirculação Total: **1,5**

Taxa de desnitrificação específica

TDEt **0,1** kg NO₃/kgSSV.d

- **Cargas de nitrato**

Carga de NO₃ produzido na zona aeróbia: **3324,192** kg/d

Carga de NO₃ recircul. À zona anóxica pelo retorno do lodo: **664,83** kg/d

Carga de NO₃ recircul. À zona anóxica pela recirc. Interna: **1329,67** kg/d

Carga de NO₃ total recirculado: **1994,51** kg/d

Carga de NO₃ passível de redução na zona pré-anóxica: **1260,48** kg/d
 Carga de NO₃ efluente=Carga produzida - Carga desnitrificar: **69,19** kg/d

Concentrações de nitrato efluente

NO₃ **2,91** mgNO₃/d

Eficiência de remoção do nitrato

E: **97,9** %

- **Resumo das concentrações de nitrogênio**

Afluente **64,60** mg/l

Efluente Final

Amônia **0,12** mg/l

Nitrato **2,91** mg/l

Nitrogênio Total **3,03** mg/l

9.2.5 Estimativa da produção e da remoção de lodo excedente

- **Distribuição de sólidos no tratamento**

Sólidos afluentes ao reator

Sólidos Totais PX:	7799,7	kgSS/d
Sólidos voláteis PXV:	6239,8	kgSSV/d
Sólidos em suspensão voláteis biodegradáveis (Pxb):	3743,9	kgSSV/d
Sólidos em suspensão voláteis não biodegradáveis (Pxbn):	2495,9	kgSSV/d
Sólidos em suspensão inorgânicos (não voláteis) (Pxi):	1559,9	kgSSV/d

Sólidos biológicos formados no reator

Sólidos em suspensão voláteis formados (P _{xv} formados):	3989,55	KgSSV/d
Sr	6649,24	KgDBO5/d
Sólidos em suspensão totais formados (P _x formados):	4432,83	KgSS/d
Sólidos em suspensão inorgânicos formados (P _{xi} formados):	443,28	KgSSi/d
Sólidos em suspensão biodegradáveis formados (P _{xb} formados):	2279,74	KgSSb/d
Sólidos em suspensão não biodegradáveis (P _{xnb} formados):	1709,81	KgSSnb/d
Sólidos em suspensão biodegradáveis destruídos na respiração endógena (P _{xb} destruídos):	1905,46	KgSSb/d
Sólidos em suspensão biodegradáveis remanescentes (Produção líquida) (P _{xb} líquida):	374,29	KgSSb/d
Sólidos em suspensão voláteis remanescentes (Produção líquida) (P _{xv} líquida):	2084,09	KgSSV/d

Resumo do Reator

Produção total=Produção pelo esgoto afluente+Produção dos sólidos biológicos no reator

Sólidos em suspensão inorgânicos (P _{xi}):	2003,22	KgSSi/d
Sólidos em suspensão não biodegradáveis (P _{xnb}):	4205,71	KgSSnb/d
Sólidos em suspensão biodegradáveis (P _{xb}):	374,29	KgSSb/d
Sólidos em suspensão voláteis (P _{xv}):	4580,00	KgSSV/d
Sólidos em suspensão totais (P _x):	6583,22	KgSS/d
Relação SSV/SS resultante	0,70	
Relação SS produzido por DBO5 removida	0,99	KgSS/KgDBO5

Remoção de lodo excedente

SS total produzido	6583,22	KgSS/d	
SS saindo com o efluente final	545,98	KgSS/d	
SS a ser removido do sistema gSS/hab.d	6037,24	KgSS/d	ou 46,44
SS a por tanque a ser removido	1509,31	KgSS/ciclo	

Remoção na linha de recirculação do lodo

Concentração (SSTA)	4312,16	mg/L
Concentração (SSLR)	8624,31	mg/L
V a ser removido por dia (Qex)	700,03	m³/d
V a ser removido por dia tanque (Qex)	175,01	m³/d

9.2.6 Requisitos de oxigênio

- **Requisitos de O2 no campo**

a' = **0,608** kgO2/kgDBO5

b' = **0,065** kgO2/kgSSV

Demanda para síntese:	4042,74	kgO2/d
Demanda para respiração endógena:	2705,75	kgO2/d
Carga de NTK afluente ao reator	1534,90	kgNTK/d
Carga de NTK no lodo excedente	250,09	kgNTK/d
Carga de NTK a ser oxidada	1284,81	kgNTK/d

Índices adotados

Coeficiente estequiométrico de dem.de O2: **4,57** kgO2/kgNTK

Fração de amônia no lodo excedente: **0,12**

Demanda para nitrificação: 5871,55 kgO2/d

Demanda para desnitrificação: 1220,56 kgO2/d

RO_{méd}: **11399,48** kgO2/d Demanda total para Q_{méd} RO_{méd}

TTO_{campo}: **13327,86** kgO2/d Demanda a ser satisfeita no campo = demanda total para Q_{máx} (TTO_{campo})

- **Correção para as condições Padrão**

Altitude: 32,00m

fH: 0,996614

α: 0,600 varia de 0,6 a 1,2 para aeração mecânica e de 0,4 a 0,8 para aeração por ar difuso

β: 0,850 varia de 0,70 a 0,98.

Θ 1,024 coeficiente de temperatura, usualmente adotado como 1,024

Cs (20°C) 9,02 mg/l

Temperatura do líquido

T (média do mês + frio): 16 °C

T (média do mês + quente): 25 °C

Cs: 9,82 mg/l mês frio

Cs: 8,18 mg/l mês quente

CL: 1,00 mg/l concentração de OD a ser mantida no líquido no reator. Usualmente situa-se na faixa de 1,0 a 2,0 mg/l

$$TTO_{padrão} = \frac{TTO_{campo}}{\frac{\beta \cdot f_H \cdot C_S - C_L}{C_S(20^\circ C)} \cdot \alpha \cdot \theta^{T-20}}$$

TTOpadrão requerida no mês mais frio

TTOpadrão: 30122,23 kgO2/d ou 1255,09 kgO2/h

TTOpadrão requerida no mês mais quente

TTOpadrão: 30037,08 kgO2/d ou 1251,55 kgO2/h

TTOpadrão adotado: 30122,23 kgO2/d ou 1255,09 kgO2/h

- **Aeração ar difuso**

Rar teórica 41836 m³ar/d

$$R_{ar,teórica} = \frac{TTO_{padrão}}{massa\ específica\ ar \cdot fração\ O_2\ ar}$$

Rar real	278910	m³ar/d
Rar adotada	418364	m³ar/d ou 4,8 m³ar/s

Potência	348346	W
Potência	348,35	kW
Potência	475,02	CV

$$P = \frac{Q_g \cdot \rho \cdot g \cdot (d_i + \Delta H)}{n}$$

Eficiência de Oxigenação resultante

EO **5,40** kgO2/kW.h

Concentração de OD resultante

OD Qméd

mês mais quente

CL: **1,87** mgO2/l

mês mais frio

CL: **2,06** mgO2/l

OD Qmáx

mês mais quente

CL: **1,02** mgO2/l

mês mais frio

CL: **1,00** mgO2/l

OD mínimo com Qmáx CL= 1,0 mg/l. OD médio com Qméd CL = 2,0 mg/l

9.2.7 Dimensões adotadas

Abaixo, segue o resumo das dimensões adotadas para os reatores.

Quadro 9. Dimensões adotadas dos reatores

DIMENSÕES ADOTADAS - REATORES BIOLÓGICOS										
	TOTAL		Anóxica 1		Aeróbia 1		Anóxica 2		Aeróbia 2	
Altura Líquida (Aeração)	5,6	m	5,6	m	5,6	m	5,6	m	5,6	m
Comprimento	42,0	m	6,0	m	25,0	m	8,5	m	2,5	m
Largura	18,0	m	18,0	m	18,0	m	18,0	m	18,0	m
Unidades	4,0	und	4,0	und	4,0	und	4,0	und	4,0	und
Volume tanque	4233,6	m³	604,8	m³	2520,0	m³	856,8	m³	252,0	m³
Volume total	16934,4	m³	2419,2	m³	10080,0	m³	3427,2	m³	1008,0	m³
TDH	17,1	h	2,4	m³	10,2	m³	3,5	m³	1,0	m³

9.3 Cálculo Demais Unidades

9.3.1 Equalizador

Equalizadores em estações de tratamento de esgoto são dispositivos cruciais para otimizar o processo de tratamento de efluentes. Eles desempenham um papel fundamental na uniformização do fluxo de esgoto bruto, que pode variar significativamente ao longo do dia. Ao coletar e armazenar temporariamente o esgoto antes de encaminhá-lo para as etapas de tratamento, os equalizadores garantem que a carga hidráulica e a carga orgânica sejam distribuídas de forma mais equilibrada, evitando sobrecargas nos processos de tratamento. Isso resulta em um tratamento mais eficiente e eficaz, reduzindo o risco de mau funcionamento da estação durante períodos de pico e preservando a saúde dos ecossistemas aquáticos receptores.

Além disso, o armazenamento temporário do esgoto em igualização permite que a estação de tratamento se adapte às mudanças sazonais ou imprevistas na demanda de efluentes, garantindo uma maior estabilidade operacional.

- **Pela Vazão Máxima Horária**

Qme-Qma: **665,42** m³/h

Tempo: **1,50** h

V: **998,13** m³

- **Pelo Tempo de Detenção Hidráulico - Da Máxima Horário**

Qme-Qma: **665,42** m³/h

Tempo: **4,00** h

V: **2.661,68** m³

- **Pelo Percentual da Vazão Diária**

Qdia: **23.760,00** m³/d
 Percentual: **11,42** %
 V: **2.713,39** m³

- **Adotado**

V Adot: **2.713,20** m³
 Unidades: **2,00**
 V por Unid: **1.356,60** m³

9.3.1.1 Dimensões adotadas

Abaixo, segue o resumo das dimensões adotadas para os equalizadores.

Quadro 10. Dimensões equalizadores

DIMENSÕES ADOTADAS - EQUALIZADORES		
Número de Unidades	2,00	un
Comprimento	25,50	m
Largura	13,30	m
Profundidade Lamina Água	4,00	m
Borda Livre	0,50	m
Volume Útil por Unidade	1.356,60	m ³
TDH	4,08	h

9.3.2 Decantador

Decantadores são componentes vitais em estações de tratamento de esgoto, projetados para separar as partículas sólidas do efluente. Esses dispositivos operam por meio da força da gravidade, permitindo que as partículas mais densas se depositem no fundo do tanque enquanto a água clarificada é direcionada para a superfície.

A remoção eficiente de sólidos através dos decantadores contribui para a redução da carga orgânica e a melhoria da qualidade do efluente antes que ele prossiga para as etapas subsequentes do tratamento.

Concentração de sólidos no reator SSTA	4000	mg/l	Co:	4	kg/m³
Coefficientes v_o , K, m e n para Sedimentabilidade		Media/Ruim			
v_o	7,4	m/h			
K	0,585	m³/kg			
m	7,335				
n	0,705				
R	1				

1. Clarificação

TAH :	0,71	m³/m².h
A:	1.388,84	m²

$$TAH = v_o \cdot e^{-K \cdot C}$$

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

2. Adensamento

TAS :	5,78	kgSS/m².h
A:	1.370,79	m²

$$TAS = m \cdot [R \cdot TAH]^n$$

$$A = \frac{(Q + Q_r) \cdot C_o}{TAS}$$

3. Método Q/A

Clarificação

Q/A:	0,71	m/h	0,7
------	-------------	-----	------------

Adensamento

Q/A:	0,72	m/h
A:	1.388,84	m²

$$Q/A = \frac{TAS}{(R + 1) \cdot C_o}$$

Área Adotada: **1.388,84 m²**

4. Dimensionamento

Total de Unidades	4,00	un
Área total	1.388,84	m²
Área p/cada Unidade	347,21	m²
Diametro	22,00	m
Diâmetro Adotado	23,00	m
Area resultante p/cada Decant.	415,48	m²
Área Total resultante	1.661,90	m²
Profundidade lateral (cilindrica)	3,70	m
Declividade de fundo (1/12)	8,00	%
Profundidade cônica do tanque	0,92	m
Volume de cada DECANTADOR	1.664,67	m³
VOLUME TOTAL	6.658,69	m³

$$D = \sqrt{\frac{4A}{\pi}}$$

$$H_{cons} = \frac{D}{2} \cdot \frac{declividade}{100}$$

$$V = A \cdot \left(H + \frac{H_{cons}}{3} \right)$$

9.3.2.1 Verificação

- Tempo de Detenção Hidráulica

Vazão Média + recirculação (t)	3,36	h	$t = \frac{V}{(Q + Q_r)}$ $t = \frac{V}{(Q_{m\acute{a}x} + Q_r)}$
Vazão máxima + recirculação (t)	3,10	h	
Afastamento crista do vertedor	0,50	m	$L_{vert} = \pi \cdot (D - 2 \cdot afastamento)$
Vertedor de Saída	Lvert= 69,12m		

• **Taxa de Vertedor Resultante**

taxa(Qméd)= 3,58	m³/m.h	85,944 m³/m.d	<=380,00m³/m².d NBR 12209
taxa(Qmáx)= 4,19	m³/m.h	100,482 m³/m.d	

• **Taxas de aplicação resultantes**

TA Superficial Qméd:	0,60	m³/m².h	14,30m³/m².d<=24,00m³/m².d NBR 12209
TA Superficial Qmáx:	0,70	m³/m².h	16,72m³/m².d
TA Sólidos Qméd:	4,77	kgSS/m².h	
TA Sólidos Qmáx:	5,17	kgSS/m²	

9.3.2.2 Dimensões adotadas

Abaixo, segue o resumo das dimensões adotadas para os decantadores.

Quadro 11. Dimensões adotadas decantadores secundários

DIMENSÕES ADOTADAS - DECANTADORES SECUNDÁRIOS		
Número de Unidades	4,00	
Diâmetro Interno	23,00	m
Profundidade lateral (cilindrica)	3,70	m
Declividade de fundo (1/12)	8,00	%
Profundidade cônica do tanque	0,90	m

9.3.3 Adensador

Adensadores são equipamentos que têm como principal função reduzir o volume do lodo gerado no processo de tratamento. Esses dispositivos operam por meio da remoção do excesso de água do lodo, concentrando as partículas sólidas e tornando-o mais espesso e denso. Ao retirar a água, os adensadores possibilitam uma redução significativa no

volume do lodo, o que facilita o manuseio, transporte e disposição final desse resíduo. Além disso, ao diminuir a quantidade de água no lodo, os adensadores contribuem para a eficiência das etapas subsequentes do tratamento, como os digestores, otimizando o desempenho geral da estação de tratamento de esgoto.

• Dados de entrada

SS a ser removido do sistema	6037,24	KgSS/d
Taxa de aplicação de sólidos	35,00	25-40 aeração prolongada
Vazão	700,03	m ³ /d

1. Determinação da área superficial requerida

Área **172,49** m²

2. Verificação da taxa de aplicação hidráulica

Tx de aplicação hidráulica **4,06** m³/m².d

Este valor é inferior ao recomendado (20 a 30 m³/m².d), de forma a se manter condições aeróbias no adensador. Para se alcançar a TAH de 20 m³/m².d, necessita-se da seguinte vazão: TAH x Área

3. Vazões

Vazão necessária **3449,85** m³/d

Como já se tem 700,03m³ de lodo afluente, serão necessários:

Efluente final para diluição **2749,83** m³/d
e elevação da TAH

4. Dimensões dos adensadores

Número de adensadores	2,00	Und
Área cada adensador	86,25	m ²
Diâmetro	10,48	m
Diâmetro adotado	10,50	m
Altura da parede lateral	3,00	m
Volume total dos adensadores	519,53	m ³

5. Verificação do tempo de detenção hidráulica nos adensadores

Sem recirculação do efluente final

0,74 dou 17,81h < 24h

Com recirculação do efluente final

0,15 dou 3,61h < 24h

6. Determinação da massa que segue para o Digestor após o adensamento

Captura de sólidos Adotada: 75%

Teor de sólidos adensados adotado: 3,0%

$$M'SST = 0,75 \times MSST$$

$$M'SSV = 0,75 \times MSST$$

$$M'SST \quad \mathbf{4527,93 \text{ Kg/d}}$$

$$M'SSV \quad \mathbf{3395,95 \text{ Kg/d}}$$

$$Q = SST / 1 \cdot 1000 \cdot 0,025$$

$$Q_{\text{digestor}} \quad \mathbf{150,93} \quad \text{m}^3/\text{d}$$

$$Q_{\text{efluente}} \quad \mathbf{50,31} \quad \text{m}^3/\text{d}$$

$$SST_{\text{efluente}} \quad \mathbf{1509,31} \quad \text{Kg/d}$$

9.3.3.1 Dimensões adotadas

Abaixo, segue o resumo das dimensões adotadas para os adensadores.

Quadro 12. Dimensões adotadas adensadores

DIMENSÕES ADOTADAS - ADENSADORES		
Número de Unidades	2,00	un
Diâmetro Interno	10,50	m
Profundidade lateral (cilindrica)	3,00	m
Declividade de fundo	15,00	%
Profundidade cônica do tanque	0,80	m

9.3.4 Digestor

Digestores são equipamentos projetados para degradar a matéria orgânica presente no lodo gerado durante o processo de tratamento. Esses dispositivos operam em condições anaeróbicas, onde a ausência de oxigênio favorece a atividade de microrganismos

específicos, que quebram a matéria orgânica complexa em componentes mais simples, como metano e dióxido de carbono.

Esse processo, conhecido como digestão anaeróbica, tem o benefício adicional de gerar biogás, uma mistura de metano e outros gases que pode ser aproveitada como fonte de energia renovável. Além de reduzir a quantidade de lodo e seu volume, os digestores também estabilizam o material, reduzindo a presença de patógenos e odores desagradáveis, o que é crucial antes da disposição final do lodo tratado.

- **Dados de entrada**

Carga de lodo afluyente ao digestor	4527,93	KgST/d
Vazão de lodo afluyente	150,93	m ³ /d
Relação SV/ST	0,70	

9.3.4.1 Digestor primário

O digestor primário é o primeiro estágio onde ocorre a separação inicial entre os sólidos e os líquidos presentes no esgoto bruto. Nessa etapa, a água residuária entra em grandes tanques de sedimentação e permanece em repouso por um período, permitindo que as partículas mais pesadas e sólidas se depositem no fundo. O material sedimentado é conhecido como "lodo primário". Esse lodo, contendo uma quantidade considerável de matéria orgânica, é direcionado para o próximo estágio, o digestor secundário, onde passará por um processo de digestão anaeróbica.

1. Determinação do volume do digestor primário

Carga orgânica de sólidos voláteis	1,50	KgSV/m ³ .d
Volume reservado ao biogás no digestor: 15% do volume necessário à digestão		
Carga de sólidos voláteis	3169,55	KgSV/m ³ .d
Volume do digestor	2113,03	m ³
Volume reservado ao biogás	316,96	m ³
Volume total do digestor	2429,99	m ³

2. Determinação do tempo de digestão hidráulica no digestor

T=Θ_c **16,10 d**

3. Lodo efluente no digestor

ST afluyente	4527,93	KgST/d
--------------	----------------	--------

SV afluente = (SV/ST) x ST afluente **3169,55** KgSV/d
 SF afluente **1358,38** KgSF/d
 A eficiência de remoção de SV na digestão adotada 50%

4. Distribuição da carga de sólidos no digestor

SF efluente = SF afluente **1358,38** KgSF/d
 SV efluente = 1 - E. Remoção SV) X SV afluente **1584,78** KgSV/d
 ST efluente **2943,15** KgST/d
 Vazão efluente **150,93** m³/d

5. Concentração de SS no lodo efluente do digestor

Conc.SS **19500,00** g/m³ = 19500,00 mg/L

6. Determinação do balanço de energia no digestor

Poder calorífico do esgoto bruto	23,00	MJ/KgST
Poder calorífico do lodo digerido	13,00	MJ/KgST
Produção de biogás	0,80	m³/kgSV
Poder calorífico do biogás	23,30	MJ/m³
Quantidade de sólidos voláteis destruídos	1584,78	kgSV/d
Quantidade de lodo digerido efluente	2943,15	kgST/d
Volume de biogás produzido	1267,82	m³/d
Poder calorífico do lodo bruto na entrada do digestor	104142,38	MJ/d
Poder calorífico do biogás produzido	29540,21	MJ/d
Poder calorífico do lodo digerido	38261,00	MJ/d

9.3.4.2 Digestor secundário

O digestor secundário é onde ocorre o tratamento do lodo primário através da digestão anaeróbica. Nesse processo, o lodo é colocado em um ambiente hermético e livre de oxigênio, onde microrganismos anaeróbicos decompõem a matéria orgânica presente no lodo. Isso resulta na produção de biogás, principalmente metano, que pode ser coletado e utilizado como fonte de energia renovável. Além disso, a digestão anaeróbica reduz significativamente o volume do lodo, tornando-o mais seguro para o descarte.

• Dados de entrada

Carga de lodo afluente ao digestor	2943,15	KgST/d
Vazão de lodo afluente	150,93	m³/d
Relação SV/ST	0,70	
Carga orgânica de sólidos voláteis	1,50	KgSV/m³.d
Volume reservado ao biogás no digestor: 15% do volume necessário à digestão		

Carga de sólidos voláteis	2060,21	KgSV/m ³ .d
Volume do digestor	1373,47	m ³
Volume reservado ao biogás	206,02	m ³
Volume total do digestor	1579,49	m ³

1. Determinação do tempo de digestão hidráulica no digestor

$$T = \Theta_c \quad \mathbf{9,10} \quad \text{d}$$

2. Lodo efluente no digestor

ST afluente	2943,15	KgST/d	
SV afluente = (SV/ST) x ST afluente		2060,21	KgSV/d
SF afluente	882,95	KgSF/d	
A eficiência de remoção de SV na digestão adotada 50%			

3. Distribuição da carga de sólidos no digestor

SF efluente = SF afluente	882,95	KgSF/d	
SV efluente = 1 - E. Remoção SV) X SV afluente		1030,10	KgSV/d
ST efluente	1913,05	KgST/d	
Vazão efluente	150,93	m ³ /d	

4. Concentração de SS no lodo efluente do digestor

Conc.SS	12675,00	g/m ³	=	12675,00	mg/L
---------	-----------------	------------------	---	-----------------	------

5. Determinação do balanço de energia no digestor

Poder calorífico do esgoto bruto	23,00	MJ/KgST
Poder calorífico do lodo digerido	13,00	MJ/KgST
Produção de biogás	0,80	m ³ /kgSV
Poder calorífico do biogás	23,30	MJ/m ³
Quantidade de sólidos voláteis destruídos	1030,10	kgSV/d
Quantidade de lodo digerido efluente	1913,05	kgST/d
Volume de biogás produzido	824,08	m ³ /d
Poder calorífico do lodo bruto na entrada do digestor	67692,55	MJ/d
Poder calorífico do biogás produzido	19201,14	MJ/d
Poder calorífico do lodo digerido	24869,65	MJ/d
Vazão de lodo digerido	47,83	m ³ /d
Vazão remanescente	103,10	m ³ /d

9.3.4.3 Dimensões adotadas

Abaixo, segue o resumo das dimensões adotadas para os digestores.

Quadro 13. Dimensões adotadas digestores

DIMENSÕES ADOTADAS - DIGESTORES DE LODO		
1 - Dimensões adotadas - Digestor Primário		
Número de Unidades	2,00	un

Diâmetro Interno	17,00	m
Profundidade lateral (cilindrica)	4,50	m
Declividade de fundo	33,00	%
Profundidade cônica do tanque	2,81	m
Volume Total Adotado	1233,60	m ³
2 - Dimensões adotadas - Digestor Secundário		
Número de Unidades	2,00	un
Diâmetro Interno	13,50	m
Profundidade lateral (cilindrica)	4,80	m
Declividade de fundo	33,00	%
Profundidade cônica do tanque	2,23	m
Volume Total Adotado	793,32	m ³

9.4 Resumo Balanço de Massa

O Quadro abaixo apresenta o balanço de massa após o dimensionamento da ETE. O processo de dimensionamento é essencial para garantir que a estação seja capaz de tratar eficientemente os efluentes e remover os contaminantes de acordo com as normas e regulamentações ambientais.

No quadro, pode ser observado quantidade de cada parâmetro presente no esgoto bruto de entrada, bem como a quantidade removida ao longo do processo de tratamento. A remoção percentual é uma métrica essencial para avaliar a eficácia do tratamento, pois indica a porcentagem de redução de cada componente durante as diversas fases do processo.

Quadro 14. Resumo do Balanço de Massa

RESUMO DO DIMENSIONAMENTO E BALANÇO DE MASSA				
Parâmetro	Unidade	Fluxo Inicial	Fluxo 1	Fluxo 2
Afluente ao Reator/decantador		Afluente	Saída Efluente	para Adensador
Vazão	m³/d	23760,00	23059,97	700,03
DBO	kg/d	7149,73	500,48	6649,25
SST	kg/d	7799,70	545,98	6037,24
SSV	kg/d	6239,76	436,78	4829,79
Afluente ao adensador		Afluente	para digestor	Recirculação
Vazão	m³/d	700,03	205,27	36,22
SST	kg/d	6037,24	5131,65	905,59
SSV	kg/d	4829,79	3848,74	981,05
Afluente ao digestor primário		Afluente	para digestor 2º	
Vazão	m³/d	205,27	205,27	
SST	kg/d	5131,65	3155,97	
SSV	kg/d	3848,74	2430,09	
Afluente ao digestor secundário		Afluente	Centr ou disp	
Vazão	m³/d	205,27	156,74	
SST	kg/d	3155,97	1940,92	
SSV	kg/d	2430,09	1358,64	

10 EMPRESA RESPONSÁVEL

Razão Social: Habitark Engenharia Ltda
CNPJ: 05.269.823/0001-30
Registro no CREA/SC: 062919-0
Endereço: Rua Clara Persuhn, nº 107 – Blumenau/SC.
Telefone: 47 99834954
e-mail: fernando@habitark.com.br

10.1 Responsáveis Técnicos

Nome: Fernando Ricardo dos Reis
Profissão: Engenheiro Civil
Registro Profissional: CREA/SC041734-0
CPF: 420.688.789-68

Nome: Adriana Kuehn
Profissão: Engenheiro Civil
Registro Profissional: CREA/SC041740-4
CPF: 891.407.029-87

Nome: Valéria de Jesus Monteiro
Profissão: Engenheira Sanitarista e Ambiental
Registro Profissional: CREA/SC179434-3
CPF: 024.116.000-62

11 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT. **NBR 12.209**: Elaboração de projetos hidráulico-sanitários de estações de tratamento de esgotos sanitários. Associação Brasileira de Normas Técnicas. Rio de Janeiro, RJ. 2011.

AMVALI. Plano de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Itapocú. **RELATÓRIO DE ATIVIDADES PRODUTO 03** – ETAPA B Diagnóstico Socioeconômico e Ambiental da Bacia. Fevereiro. 2017.

BRASIL. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). **Resolução CONAMA nº 357** - Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências, 2005.

BRASIL. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). **Resolução CONAMA nº 430** - Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução no 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA. 2011.

CLIMATEMPO. **CLIMA JARAGUÁ DO SUL (BRASIL)**. 2022. Disponível em:<<https://www.climatempo.com.br/climatologia/379/jaraguadosul-sc>>.

CLIMATE-DATA. **CLIMA JARAGUÁ DO SUL (BRASIL)**. 2021. Disponível em:<<https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/santa-catarina/jaragua-do-sul-3410/>>.

EMBRAPA. **Clima**. 2021. Disponível em:<<https://www.cnpf.embrapa.br/pesquisa/efb/clima.htm/>>.

IBGE. **Jaraguá do Sul**. Brasil: Santa Catarina. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2021. Disponível em:<<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sc/jaragua-do-sul/panorama>>.

JARAGUÁ DO SUL. **Lei Complementar Nº 219/2018**. Dispõe Sobre a Revisão do Plano Diretor de Organização Físico Territorial de Jaraguá do Sul e dá outras providências. 2018. Disponível em:<<https://leismunicipais.com.br/plano-diretor-jaragua-do-sul-sc>>.

JARAGUÁ DO SUL. **Plano Municipal de Saneamento Básico de Jaraguá do Sul - SC**. SAMAE Jaraguá do Sul. Revisão 2021. 2021a. Disponível em:<<https://www.samaejs.com.br/midias/downloads/Arquivos/revisaodopmsb.pdf>>.

JARAGUÁ DO SUL. **SAMAE Jaraguá do Sul**. 2021b. Disponível em:<<https://www.samaejs.com.br/home>>.

PESSOA, Constantino Arruda; JORDAO, Eduardo Pacheco. **Tratamento de esgotos**

domésticos. ABES-Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 1982.

SANTA CATARINA. Fundação do Meio Ambiente de Santa Catarina. **Portaria n. 017/02:** Limites Máximos de Toxicidade Aguda para efluentes de diferentes origens. Santa Catarina, 2002.

SANTA CATARINA. **História:** Considerações Sobre o CBH Itapocu. Comitê de Gerenciamento Bacia Hidrográfica do Rio Itapocu e Bacias Contíguas. 2021. Disponível em:<<https://www.aguas.sc.gov.br/a-bacia-rio-itapocu/regiao-hidrografica-rio-itapocu>>.

SANTA CATARINA. **Recursos Hídricos de Santa Catarina.** GERÊNCIA DE PLANEJAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS – GEPIH. 2021. Disponível em:<https://www.aguas.sc.gov.br/jsmaifib_top/DHRI/bacias_hidrograficas/bacias_hidrograficas_sc.pdf>.

SANTA CATARINA. **RELATÓRIO DE ATIVIDADES PRODUTO 03 – ETAPA B:** Diagnóstico Socioeconômico e Ambiental da Bacia. Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Itapocu. 2017. Disponível em:<https://www.aguas.sc.gov.br/jsmaifib_top/DHRI/Planos%20de%20Bacias/Plano%20da%20Bacia%20Hidrografica%20do%20Rio%20Itapocu/produto_b/plano_itapocu-relatorio_etapa_b.pdf>.

SANTA CATARINA. **Resolução CONSEMA nº 182**, de 06 de agosto de 2021. Estabelece as diretrizes para os padrões de lançamento de esgotos domésticos de sistemas de tratamento públicos e privados.

SEBRAE. **Cadernos de Desenvolvimento:** Jaraguá do Sul/SC. 2019. Disponível em:<<https://datasebrae.com.br/municipios/sc/m/Jaragua%20do%20Sul%20-%20Cadernos%20de%20Desenvolvimento.pdf>>..

VON SPERLING, Marcos. **Dimensionamento de lodos ativados por batelada utilizando os princípios da teoria do fluxo de sólidos.** Engenharia sanitária e ambiental, v. 6, n. 3, p. 147-156, 2001.

VON SPERLING, Marcos. **Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias.** Lodos ativados. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal de Minas Gerais, 1997.