



PREFEITURA MUNICIPAL DE BOM JESUS DOS PERDÕES

Rua Dom Duarte Leopoldo nº 83 – Centro – CEP 42.955-000

CNPJ 52.359.692/0001-62 Fone: (011) 4012-1000

Folha: 15 Rubrica: 1

PROCESSO CETESB

TERMO DE REFERÊNCIA

Projeto para o Sistema de Esgotamento Sanitário, contemplando Coletores Tronco, Redes de Recalque e Estações Elevatórias de Esgoto no Município de Bom Jesus dos Perdões



PREFEITURA MUNICIPAL DE BOM JESUS DOS PERDÕES

Rua Dom Duarte Leopoldo nº 83 – Centro – CEP 12.955-000

CNPJ 52.359.692/0001-62 Fone: (011) 4012-1000

Sumário

1.	OBJETO.....	2
2.	OBJETIVO DA PROPOSTA.....	2
3.	ESCOPO.....	4
3.1	DIAGNOSTICO E PLANO DE MELHORIA.....	4
3.2	RELATÓRIOS AMBIENTAIS E LICENÇAS DE USO.....	6
3.3	LOCAÇÃO E CADASTRO.....	8
3.4	PROJETOS PARA O SISTEMA DE REDES COLETORAS, COLETORES TRONCO SECUNDÁRIOS E ESTAÇÕES ELEVATÓRIAS.....	8

A handwritten signature in blue ink, appearing to be the letter 'G'.



PREFEITURA MUNICIPAL DE BOM JESUS DOS PERDÕES

Rua Dom Duarte Leopoldo nº 83 – Centro – CEP 12.955-000
CNPJ 52.359.692/0001-62 Fone: (011) 4012-1000

PROCESSO CETESB

24/2030/316
Folha: 16 Rubrica: 16

1. OBJETO

Constitui o objeto presente o parecer termo de referência para a prestação de serviços de engenharia para a elaboração de projeto para o sistema de esgotamento sanitário, contemplando coletores Tronco, redes de recalque e estações elevatórias de esgoto no Município de Bom Jesus dos Perdões.

2. OBJETIVO DA PROPOSTA

Elaboração de projetos executivos para, coletores tronco secundários, linhas de recalque e estações elevatórias nos bairros relacionados no quadro **2.1 Detalhamento de área e população a ser atendida** com vista às interligações desta ao sistema de tratamento já implantado em etapas anteriores para chegada a Estação de tratamento de esgoto Dom Pedro, localizada na via marginal da rodovia Dom Pedro I sentido norte KM 62,5 – Bairro Guaxinduva - Bom Jesus dos Perdões – SP - C.E.P.- 12955-000



PREFEITURA MUNICIPAL DE BOM JESUS DOS PERDÕES

Rua Dom Duarte Leopoldo nº 83 – Centro – CEP 12.955-000

CNPJ 52.359.692/0001-62 Fone: (011) 4012-1000

QUADRO 2.1

Detalhamento de área e população a ser atendida

Cód. Bairro	Bairro	Qtde. Contas	Cód. Bairro	Bairro	Qtde. Contas
6	ALPES D OURO	316	84	JD. BELA VISTA	6
25	BELA VISTA	2	113	MARF I	379
29	CACHOEIRINHA	149	114	MARF II	92
37	CENTRO	1006	115	MARINAS	59
42	CHACARAS NELI	174	125	PARQUE HORTENSIA	18
43	CIDADE NOVA	555	128	PARQUE ITAICI	85
45	CONDOMINIO RIBEIRAO DO VALE	36	130	PARQUE LADY KATITA	72
47	COUNTRY RES. FELIX	75	134	PARQUE SEVILHA	119
50	GUAXINDUVA	32	145	PQ. HORTENSIA	1160
61	JARDIM BELA VISTA	227	163	SUBURBIOS	1
62	JARDIM BELO HORIZONTE	108	167	VALE DO SOL	117
64	JARDIM CONFORTO	69	193	VILA INDUSTRIAL	43
65	JARDIM DAS PALMEIRAS	217	203	VILA OPERARIA	328
69	JARDIM PALMAS	142	215	VILA SAO JOSE	321
72	JARDIM PORTUGAL	211	280	SANTO ANTONIO	5
73	JARDIM PRIMAVERA	34	340	LARANJA AZEDA	79
74	JARDIM REAL	110	361	ANA PAZ	3
76	JARDIM SANTA MARIA	251	403	JARDIM SANTO	2
77	JARDIM SANTOS DUMONT	359	415	LAMISMAR	3
78	JARDIM SAO MARCOS	203	416	LADY CATYTA	2
79	JARDIM SAO PAULO	34			

Tais objetivos deverão ser alcançados por meio de:

- Varredura na rede coletora existente;
- Relatórios de diagnósticos com planos de melhorias para a operação do sistema;
- Elaboração de projetos executivos;



PREFEITURA MUNICIPAL DE BOM JESUS DOS PERDÕES

Rua Dom Duarte Leopoldo nº 83 – Centro – CEP 12.955-000

CNPJ 52.359.692/0001-62 Fone: (011) 4012-1000

Folha: 3 Rubrica: 6

PROCESSO CETESB

24/2020/316

3. ESCOPO

3.1 DIAGNOSTICO E PLANO DE MELHORIA

3.1.1 VARREDURA NA REDE COLETORA EXISTENTE

Para que haja melhoria operacional do sistema de coleta devem ser identificados os pontos de extravasamentos e lançamentos provisórios, que se constituem na principal causa do desvio do fluxo de esgoto da Estação de Tratamento Dom Pedro para o sistema de drenagem ou diretamente nos corpos d'água. Para tanto é necessária à identificação sequencial das subáreas e das microbacias mais críticas e, em seguida, analisando e diagnosticando as causas dos problemas, apontando recomendações sobre as intervenções que devam ser executadas, resultando na eliminação das anomalias e dos fatores geradores dos problemas operacionais.

3.1.2 INSPEÇÃO VISUAL DA REDE COLETORA

Deverão ser inspecionadas todas as singularidades e equipamentos (PV's, PI's, TL's, elevatórias e sifões) da extensão total da rede coletora e coletores tronco, levantando os tampões, com fotografia digital, anotação em formulário específico das condições de funcionamento e anomalias encontradas em cada singularidade, material, etc.

Os resultados dos serviços deverão ser descritos em relatórios de inspeção visual, contendo registro em banco de dados utilizando-se uma legenda apropriada a ser definida previamente em conjunto com a Prefeitura de Bom Jesus dos Perdões, permitindo o acesso do histórico dos serviços executados em meio magnético e impresso.

A Contratada deverá iniciar os serviços com todos os meios necessários (pessoal, material, equipamentos, acessórios, utensílios, ferramentas, EPI's e EPC's), suficientes para garantir a boa execução dos serviços até a sua conclusão. A

**PREFEITURA MUNICIPAL DE BOM JESUS DOS PERDÕES**

Rua Dom Duarte Leopoldo nº 83 – Centro – CEP 12.955-000

CNPJ 52.359.692/0001-62 Fone: (011) 4012-1000

inspeção tem o objetivo de fornecer as indicações necessárias para o diagnóstico do sistema coletor da sub-bacia, que permita a identificação de problemas de origem estrutural, hidráulica, geométrica ou construtiva, tais como:

- Desalinhamento do conduto;
- Ausência de parte do conduto;
- Bancos de sedimentos;
- Detecção de infiltrações;
- Deterioração da estrutura de concreto;
- Geometria da seção;
- Identificação de Poços de Visita ou Inspeção encobertos;
- Interferências;
- Lançamentos clandestinos;
- Localização de conexões com galerias de águas pluviais;
- Obstruções;
- Infiltrações em geral;
- Recalques.

Durante a inspeção em via pública, efetuar a sinalização conforme normatização do órgão de trânsito, utilizando-se para isso cones, placas ou outros meios de sinalização, a fim de manter a operação e a segurança dos trabalhadores.

Através da identificação das ocorrências, extensões, características da rede, e intervenções nas sub-bacias, deverá ser elaborado diagnóstico dos fatores geradores das anomalias e estabelecer o processo de melhoria contínua. O plano deverá possibilitar a passagem da atual fase de manutenção corretiva para a fase final de manutenção preditiva e preventiva.

As manutenções que se fizerem necessárias, não fazem parte do escopo do presente projeto e deverão ser solicitadas às áreas pertinentes para que, uma vez executadas, permitam o acesso e elaboração dos diagnósticos. As intervenções relativas à manutenção deverão ser fotografadas com data, sendo estas incorporadas ao material a ser apresentado à prefeitura.

O Relatório de Diagnóstico e Plano de Melhoria será elaborado para cada bacia escopo do presente trabalho, apontando as causas dos problemas existentes,



PREFEITURA MUNICIPAL DE BOM JESUS DOS PERDÕES

Rua Dom Duarte Leopoldo nº 83 – Centro – CEP 12.255-000 316
CNPJ 52.359.692/0001-62 Fone: (011) 4012-1000

Folha: 2

Rubrica: 6

PROCESSO CETESB

assim como as recomendações ou projetos das intervenções necessárias, consolidando e analisando as informações advindas dos trabalhos de campo. O relatório de diagnóstico deverá ser composto dos seguintes dados:

- Metodologia de trabalho aplicada;
- Mapas, tabelas, planilhas e relatórios resultantes dos serviços executados;
- Relatórios de inspeção visual das singularidades, com identificação e classificação do tipo de ocorrência, conforme definição padronizada;
- Dados para atualização do cadastro técnico, conforme especificação técnica;
- Recomendação dos serviços necessários para a reabilitação hidráulica e estrutural, através de solicitação de reparo ou obra, individualizada;

O relatório deverá apresentar o Plano de Melhoria, recomendando a escala de prioridade para o desenvolvimento das atividades e contendo os seguintes componentes:

- Resumo de todos os estudos, projetos, dados e produtos disponíveis sobre as bacias contendo infraestrutura de saneamento básico e macrodrenagem, quantitativa e qualitativa instaladas;
- Uso e ocupação do solo, demografia, social, econômica e ambiental;
- Plano diretor municipal para a área objeto;
- Mapas temáticos do sistema de esgotamento sanitário por bacia contendo arruamentos, números de setores e quadras, extensão, declividade, material e cotas das singularidades de cada trecho da rede e localização dos imóveis;
- As ocorrências dos serviços de manutenção corretiva (DD, DC e Conserto de Rede de Esgoto) dos últimos 24 meses;
- Os tipos de ligação (TL0, TL1 e TL2);
- Demarcação das subáreas e micros bacias devidamente identificadas por meio de numeração própria;
- Indústrias e outros estabelecimentos geradores de esgotos não domésticos;
- Indicadores operacionais atuais para cada sub-bacia escopo do projeto: Índice de
- obstrução da rede coletora (IORC), TL0/Km de rede e Índice de Tratamento dos
- Esgotos Coletados (ITEC);
- Proposta de cronograma do plano de melhorias.

3.2 RELATÓRIOS AMBIENTAIS E LICENÇAS DE USO



PREFEITURA MUNICIPAL DE BOM JESUS DOS PERDÕES

Rua Dom Duarte Leopoldo nº 83 – Centro – CEP 12.955-000

CNPJ 52.359.692/0001-62 Fone: (011) 4012-1000

3.2.1 ELABORAÇÃO DA DOCUMENTAÇÃO

Elaboração da documentação necessária para a obtenção das Licenças Prévia (L.P.), Instalação (L.I.) e Autorizações dos Projetos junto a todos os órgãos que possuem a atribuição legal para a emissão das Licenças/Autorizações Ambientais. No Estado de São Paulo é a Secretaria do Meio Ambiente (SMA) por meio da Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB). No caso de os empreendimentos projetados envolverem reservas indígenas ou em unidade de conservação de domínio da União, o licenciamento se fará no Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), a partir de pareceres técnicos concedidos pelo órgão Ambiental dos Estados e Municípios, além da FUNAI se for área Indígena. Além das Licenças Ambientais deverá ser solicitada **AUTORIZAÇÃO** para a utilização de recursos naturais, ocupação ou interferências em Unidade de Conservação ou de outras áreas com restrição a ocupação, de responsabilidade de órgão a exemplo do: Instituto Florestal (IF), Conselho de Defesa do Patrimônio Histórico, Arqueológico, Artístico e Turístico do Estado de São Paulo (CONDEPHAAT), Prefeituras Municipais, CETESB e Departamento de Águas e Energia Elétrica (DAEE), bem como a Elaboração do Diagnostico Arqueológico para atender a Resolução 034/03 da SMA. O presente projeto deverá conter:

- Estudo sobre jazidas de solo e "bota-fora", bem como pesquisa de existência, definição e licenciamento destas áreas que deverão ser formalizadas junto aos proprietários;
- Projeto de recomposição de áreas degradadas (ex.: empréstimo e bota fora);
- Caracterização do projeto de engenharia;
- Elaboração de estudo de viabilidade e impacto ambiental e relatórios das travessias e dos lançamentos nos corpos receptores para obtenção de outorga junto ao DAEE;
- Elaboração de laudo florestal (relatório de vegetação) das áreas onde serão realizadas as obras previstas para avaliação da CETESB;

3



PREFEITURA MUNICIPAL DE BOM JESUS DOS PERDÕES

Rua Dom Duarte Leopoldo nº 83 – Centro – CEP 12.955-000

CNPJ 52.359.692/0001-62 Fone: (011) 4012-1000

Folha:

Rubrica:

PROCESSO CETESB

24/2020/316

- Deverá ser elaborado pela contratada, projeto paisagístico quando solicitado pela CETESB, se houver pedido de compensação de área (ex.: projeto de reflorestamento).
- Deverão ser obtidas, se necessárias, as devidas Autorizações junto às diversas Concessionárias de Serviços Públicos e Privados como, por exemplo, DER, DNIT, DERSA, CET, CONGÁS, etc. Esclarecemos que as Autorizações são necessárias para obtenção das Licenças de Instalação e Operação.

3.3 LOCAÇÃO E CADASTRO

3.3.1 PESQUISAS GEOTÉCNICAS E DE INTERFERÊNCIAS SERVIÇOS TOPOGRÁFICOS E CADASTRAIS

As informações de projeto deverão ser as mais fiéis e representativas possíveis, principalmente no que se refere às pesquisas geotécnicas e ao levantamento de interferências com instalações existentes, bem como quanto à adequação ao sistema viário existente ou projetado. Os furos de sondagem deverão estar locados na faixa de implantação da tubulação projetada. A Contratada deverá apresentar para aprovação do Município o Plano de Sondagem e os dados cadastrais das empresas especializadas que desenvolverão os serviços de geotecnia e topografia. Os serviços de sondagem, topografia e pesquisa de interferência só serão iniciados após aprovação formal da Prefeitura de Bom Jesus dos Perdões e serão, por esta, fiscalizados em sua totalidade.

3.4 PROJETOS PARA O SISTEMA DE REDES COLETORAS, COLETORES TRONCO SECUNDÁRIOS E ESTAÇÕES ELEVATÓRIAS

Visa contemplar, coletores tronco secundários, redes de recalque e estações elevatórias a assim a eliminação dos pontos de extravasamento em córregos ou galerias de águas pluviais e melhoria operacional do sistema existente, cuja necessidade pode ser observada através dos registros de intervenções localizadas



PREFEITURA MUNICIPAL DE BOM JESUS DOS PERDÕES

Rua Dom Duarte Leopoldo nº 83 – Centro – CEP 12.955-000
CNPJ 52.359.692/0001-62 Fone: (011) 4012-1000

e que denotem problemas de engenharia. Todos os projetos deverão ser elaborados considerando a premissa de interligação e lançamento no coletor tronco mais próximo. O projeto deverá conter todos os elementos necessários e suficientes para a definição da metodologia construtiva e que forneça condições para a execução da obra em sua plenitude. Para as obras, também deverá ser apresentado um projeto específico e o detalhamento construtivo para execução das obras. As prioridades deverão estar focadas nas interligações do sistema de coleta existente aos coletores tronco que, interligados aos interceptores, exportarão os esgotos para a Estação de tratamento Dom Pedro. A observância da necessidade de elaboração de projetos para retificação, complementação e/ou implantação de redes coletoras, coletores tronco secundários e estações elevatórias, deverão ser discutidas com a Prefeitura Municipal.

Além dos relatórios específicos, memoriais descritivos e de cálculo, das listas de materiais e serviços, das especificações e pacote técnico, deverão ser apresentados, no mínimo, os desenhos especificados neste termo de referência, devendo o pacote estar em condições de licitação das obras.

3.4.1 PROJETOS

Os projetos deverão atender às Normas Brasileiras, às orientações das Concessionárias, Prefeitura Municipal de Bom Jesus dos Perdões, Meio Ambiente e demais normas pertinentes, todas devidamente atualizadas. A contratada deverá dispor do cadastro de redes, de forma compatível à inserção dos mesmos no sistema. Os projetos serão remunerados após a aceitação destes por parte do Município, mediante análise e carimbo de aprovação e deverão ser desenvolvidos de acordo com o limite máximo de quantidades de acordo com o quadro 3.4.1:

QUADRO 3.4.1

3

**PREFEITURA MUNICIPAL DE BOM JESUS DOS PERDÕES**Rua Dom Duarte Leopoldo nº 83 – Centro –
CNPJ 52.359.692/0001-62 Fone: (011)**PROCESSO CETESB**

CEP 12.952-000 / 316

1) 4012-1000

Folha: 52 Rubrica: 6

TABELA DE QUANTITATIVO DE PROJETOS		
ITEM	DESCRIÇÃO	QUANTIDADE
1.1	PROJETO ESTAÇÕES ELEVATÓRIAS	ATÉ 02 UNIDADES
1.2	PROJETO PARA PROLONGAMENTO DE REDE COLETORA DE ESGOTOS - EXTENSÃO ENTRE 151 E 500 M	ATÉ 603,00 METROS
1.3	PROJETO PARA PROLONGAMENTO DE REDE COLETORA DE ESGOTOS - EXTENSÃO ENTRE 501 E 1.000 M	ATÉ 3256,00 METROS
1.4	PROJETO PARA PROLONGAMENTO DE REDE COLETORA DE ESGOTOS - EXTENSÃO ACIMA DE 1.000M	ATÉ 4154,00 METROS
1.5	PROJETO PARA DESVIO DE TRÁFEGO E SINALIZAÇÃO DE TRÂNSITO	ATÉ 8213,00 METROS
1.6	PROJETO PARA LIBERAÇÃO NA ARTESP	ATÉ 01 UNIDADE

3.4.2 DIRETRIZES BÁSICAS PARA A ELABORAÇÃO DE PROJETO.

Os parâmetros mínimos para a elaboração de projeto executivo estão listados a seguir:

- O diâmetro mínimo da tubulação deverá ser de 200 mm para redes e 300mm para coletores tronco;
- A declividade mínima recomendada deverá ser de 0,007 m/m, devendo ser usada em casos especiais a declividade mínima que atenda uma tensão trativa de 0,10 Kgf/m² ou 1 PA;
- A distância máxima entre singularidades (PV's ou PI's) deverá ser de 80 m;
- O Poço de Inspeção (PI) deverá ter profundidade máxima de 1,60 m;
- Deverá ser dada atenção especial ao atendimento de soleiras abaixo do "greide" da rua, devendo cada caso ser estudado individualmente;
- O cobrimento mínimo para tubulação assente no leito de rua deverá ser de acordo com a Norma Técnica

OS PROJETOS DEVERÃO CONTER:

- Atendimento às normas da ABNT, instruções específicas e normatização;
- Estudos do traçado e definição de critérios de lançamento da rede;
- Dimensionamento hidráulico da rede coletora;
- Detalhamento de travessias de rios, rodovias, ferrovias, etc., com dimensionamento hidráulico, pré-dimensionamento e indicação do método construtivo;
- Identificação de interferências;
- Identificação de áreas a desapropriar e faixas de servidão, se for o caso;
- Articulação;
- Planta de caminhamento e esgotamento geral;



PREFEITURA MUNICIPAL DE BOM JESUS DOS PERDÕES

Rua Dom Duarte Leopoldo nº 83 – Centro – CEP 12.955-000

CNPJ 52.359.692/0001-62 Fone: (011) 4012-1000

- Planta da rede coletora com indicação e localização de singularidades;
- Planta e Perfil da rede coletora com indicação e localização de singularidades;
- Detalhes do assentamento das tubulações;
- Projeto hidráulico de travessias;
- Projeto estrutural e de fundações de obras especiais (travessias e Estações Elevatórias);
- Projeto Hidromecânico e de locação para obras especiais (travessias e Estações Elevatórias);

- Planta das áreas a desapropriar e faixas de servidão, com a amarração necessária para sua exata localização, nome dos proprietários, delimitação dos lotes e se for área de autarquias as plantas deverão ser de acordo com as normas e exigências das mesmas.

JORGE GALVANI FILHO
Engenheiro

MEMORIAL DE CÁLCULO

ETE DOM PEDRO

CLIENTE: MELHOR FORMA CONSTRUTORA LTDA

LOCAL: BOM JESUS DOS PERDÕES/SP

Preparado por Eng. Alessandro Netto Mariz

REV.0 em 18/05/2014

REV.1 em 26/05/2014

REV.2 em 06/06/2014

REV.3 em 01/07/2014

REV.4 em 25/08/2014

REV.5 em 02/09/2014

REV.6 em 17/09/2014

REV.7 em 12/06/2015

REV.8 em 19/02/2016

REV.9 em 03/08/2016

1. INTRODUÇÃO

O projeto executivo da estação de tratamento de esgoto sanitário foi elaborado originalmente pela empresa EMA Engenharia de Meio ambiente, no ano de 2003 (fevereiro de 2003), e utilizou os seguintes dados:

População total de 2003 – 13.827 habitantes
População atendida por rede coletora (2003) – 9.500 habitantes

População total de 2015 – 20.581 habitantes

De acordo com esta estimativa populacional foi previsto 02 módulos para 10.000 habitantes, com horizonte de projeto de 13 anos.

Os parâmetros de projeto foram estimados baseados nas premissas:

- População prevista = 20.000 habitantes
- Concentração da DBO = 242,7 mg/L (54 g DBO₅.Hab/dia)
- Carga orgânica total gerada = 1.277 Kg DBO₅/dia

Cálculo da Vazão

Coeficiente de dia de maior consumo (K1) = 1,2
Coeficiente de hora de maior consumo (K2) = 1,5
Coeficiente de hora de menor consumo (K3) = 0,5
Coeficiente de infiltração (Qi) = 0,0002 l/s.metro de rede

- Extensão da rede coletora adotada = 70.232 metros

Vazões Totais Previstas

Vazão de esgoto	Q (L/s)	Q + Qi (L/s)	Q (m3/hora)
Mínima	18,5	18,5+14,0	117,00
Média	37,1	37,1+14,0	183,96
Máxima diária	44,5	44,5+14,0	210,60
Máxima horária	66,7	66,7+14,0	290,52
Vazão de infiltração	14,0	14,0	50,40

O sistema foi calculado baseando-se na vazão máxima diária e foi adotado o processo de lodos ativados por aeração prolongada, com módulos compostos por:

Pré-tratamento:

Gradeamento, caixa de areia e calha parshall.

Tanques de aeração (dimensões):

- Largura útil = 23,50 m;
- Comprimento útil = 23,50 m;
- Altura útil = 3,50 m;
- Altura total = 4,50 m;
- Volume útil = 1933 m³;

Sistema de aeração:

- Tipo = aerador superficial flutuante de alta rotação;
- Potência unitária = 25 cv;
- Número de aeradores por tanque = 4 un;
- Potência instalada por tanque = 100 cv;

Decantadores Secundários (dimensões):

- Diâmetro = 14,00 m;
- Profundidade útil = 3,30 m;
- Profundidade total = 4,00 m.

Para os dois módulos foi previsto um único tanque de contato para desinfecção do efluente por cloro.

Tanque de contato (unidade de desinfecção):

- Dimensões:
- Largura = 9,40 m;
- Comprimento = 8,40 m;
- Profundidade útil = 1,50 m;
- Número de chicanas = 10 chicanas;
- Largura de 1 chicana = 0,75 m.

2. ADEQUAÇÃO DO PROJETO EXECUTIVO EXISTENTE DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTOS DOM PEDRO

Conforme o Memorial Descritivo de Obras dos Projetos do Sistema de Esgotos Sanitários de Bom Jesus dos Perdões (documento CTR-052) emitido pela empresa Proesplan em maio de 2007, temos:

O processo de tratamento a ser empregado na ETE Dom Pedro é o mesmo adotado anteriormente, isto é, Lodos Ativados com Aeração Prolongada de Fluxo Contínuo, sendo

composto pelas seguintes unidades principais:

Tanques de aeração:

- Número de tanques = 2 unidades;
- Dimensões de 1 tanque:
 - Largura útil = 22,00 m;
 - Comprimento útil = 26,50 m;
 - Altura útil = 5,40 m;
 - Altura total = 6,00 m;
 - Volume útil = 3.130,38 m³/

Sistema de aeração:

- Tipo = aerador superficial flutuante de alta rotação;
- Potência unitária = 25 cv;
- Número de aeradores por tanque = 4 un;
- Potência instalada por tanque = 100 cv;
- Potência total dos tanques = 300 cv.

Decantadores Secundários:

- Número de decantadores = 2 un;
- Dimensões de 1 decantador:
 - Diâmetro = 15,00 m;
 - Profundidade útil = 3,30 m;
 - Profundidade total = 5,55 m.

Poço de lodo (estação elevatória de recirculação e de descarte de lodo):

- Dimensões do poço de lodo:
 - Largura = 3,00 m;
 - Comprimento = 3,00 m;
 - Profundidade útil = 4,40 m;
 - Profundidade total = 5,50 m;

Elevatória de recirculação de lodo:

- Tipo de bomba = centrífuga submersível;
- Número de conjuntos = 3 cj (2+1 reserva);
- Vazão de 1 conjunto = 158 m³/h;
- Altura manométrica = 4,10 mca

- Potência de 1 conjunto = 6,00 cv;

Elevatória de descarte de lodo:

- Tipo de bomba = centrífuga submersível;
- Número de conjuntos = 2 cj (1+1 reserva);

- Vazão de 1 conjunto = 8,70 m³/h;
- Altura manométrica = 20,00 mca;
- Potência de 1 conjunto = 4,00 cv.

Casa de química (unidade de desidratação mecanizada de lodo, preparo e armazenamento de produtos químicos):**Unidade de desidratação de lodo:**

- Equipamento desaguador = decanter centrífugo;
- Capacidade do equipamento desaguador = 9,00 m³/h;
- Sistema de polieletrólito = dosador automático;
- Capacidade do sistema de polieletrólito = 205,00 l/h;
- Concentração da solução de polieletrólito = 0,01%;

Unidade de preparo e dosagem de hipoclorito de sódio:

- Volume do tanque de armazenamento = 2.400 l;
- Tipo de bomba dosadora = diafragma;
- Número de bombas dosadoras = 2 un (1+1 reserva);
- Vazão de 1 bomba dosadora = 21 l/h;
- Pressão = 4 bar.

Tanque de contato (unidade de desinfecção):

- Dimensões:
- Largura = 17,00 m;
- Comprimento = 8,40 m;
- Profundidade útil = 1,45 m;
- Número de chicanas = 16 chicanas;
- Largura de 1 chicana = 0,875 m.

Em função da evolução das demandas, a ETE Dom Pedro poderá ser implantada em duas etapas, as quais deverão englobar as seguintes obras:

- 1ª Etapa

- 02 tanques de aeração;
- 02 decantadores secundários;
- Casa de química;



- Tanque de contato;
- Poço de lodo (nesta etapa deverão ser instalados 3 conjuntos de recalque para retorno de lodo e 3 para descarte de excesso de lodo);
- Subestação de energia, iluminação externa, aterramento geral, instalações de iluminação, força e comando das unidades a serem implantadas;
- Urbanização e paisagismo de toda a área da ETE.

Esta etapa pode, em função da disponibilidade financeira, ser dividida em 2 fases, sendo que na Fase 1, são implantadas todas as unidades da 1ª Etapa, exceto 01 tanque de aeração e 1 decantador secundário.

- 2ª Etapa

- 01 tanque de aeração;
- 01 decantador secundário;
- Instalação de mais 01 conjunto de recalque para retorno de lodo e 01 para descarte de excesso de lodo;
- Adequação da subestação de energia, instalações de iluminação, força e comando das unidades a serem implantadas;
- Recomposição de urbanização e paisagismo da ETE, se necessário.

3. JUSTIFICATIVA PARA O PROCESSO ADOTADO

O projeto a ser implantado deve atender os padrões de emissão e de lançamento das legislações ambientais pertinentes (Federal – artigo 16 da Conama, Resolução 430, de 13 de maio de 2011 e Estadual – artigo 11 e 18 do DECRETO Nº 8.468, de 8 de setembro de 1976, que aprova o Regulamento da Lei nº 997, de 31 de maio de 1976 Poluição do Meio Ambiente).

Para uma nova adequação aos padrões de qualidade, tendo como premissa a legislação estadual e federal, e considerando inclusive a qualidade do corpo receptor, que faz parte da bacia hidrográfica de Atibaia (região de manancial), vamos alterar a qualidade do tratamento passando-o do nível secundário para terciário, visando à remoção de nutrientes (principalmente o nitrogênio).

Assim adotaremos o processo de Pré-desnitrificação, descrito na literatura técnica, como um processo misto composto por: tanque anóxico, tanque aeróbio (lodo ativado), e decantador secundário.

O processo de tratamento adotado para os despejos do município de Bom Jesus dos Perdões será o Pré desnitrificação, seguido de lodos ativados por aeração prolongada.

O processo de Pré desnitrificação, também conhecido como Ludzack-Ettinger modificado, possui uma zona anóxica seguida pela zona aeróbia. Os nitratos são direcionados a zona anóxica por meio da recirculação interna. Na zona anóxica, os nitratos são convertidos a

nitrogênio gasoso, escapando para a atmosfera. Caso não houvesse a recirculação interna, a única forma de retorno dos nitratos seria via o lodo de retorno dos nitratos, com os possíveis riscos operacionais de desnitrificação no decantador secundário (formação de bolhas de N₂, causando lodo ascendente)

Desta forma aproveitamos totalmente o projeto de adequação apresentado, incrementando-o com o tanque anóxico, como veremos a seguir na descrição do sistema.

4. DESCRITIVO DO SISTEMA DE TRATAMENTO

Os despejos provenientes das residências serão coletados e através de dois interceptores, serão encaminhados para a Estação Elevatória de Esgotos(E.E.E.) a ser implantada em um único modulo.

Essa Elevatória promoverá o recalque dos despejos para a Estação de Tratamento de Esgotos (E.T.E.). Através de linha de recalque, os despejos serão encaminhados ao tratamento preliminar.

O tratamento preliminar será constituído de gradeamento, onde serão removidos os sólidos grosseiros, e a caixa de areia, para remoção de material inerte como areia e outros.

Faz parte ainda do tratamento preliminar um medidor de vazão tipo Parshall, após o qual o esgoto iniciará a fase biológica do tratamento.

O processo de tratamento biológico a ser utilizado é denominado pré-desnitrificação, composto de tanque anóxico seguido de "Lodos Ativados - variação Aeração Prolongado".

O esgoto proveniente do tratamento preliminar será distribuído nos dois módulos, conforme previstos no projeto de adequação. Para cada módulo está previsto um tanque de oxidação biológica, composto por zona anóxica e zona aeróbia, e um decantador secundário.

O tanque anóxico (zona anóxica) possui misturadores que devem manter os sólidos em suspensão, mas evitar a aeração da massa líquida.

O sistema de Lodos ativados, que consiste em manter uma grande quantidade de bactérias aeróbias em contato com a matéria orgânica presente nos despejos, promove a oxidação bioquímica destes poluentes. O oxigênio requerido para a manutenção do processo será garantido por difusores tubular de fundo (bolha fina) e sopradores externos ao tanque. A massa de bactérias e denominado lodo, que é mantido em recirculação no processo, ocorrendo o descarte somente da parcela em excesso.

A recirculação interna (nitratos) será realizada do tanque aeróbio para o tanque anóxico.

Passado o processo de oxidação biológica nos tanques de aeração, os despejos seguirão para os decantadores (01 de cada módulo), onde ocorrerá a sedimentação do lodo e a clarificação dos despejos.

O lodo sedimentado seguirá por gravidade para o poço de bombas, onde parte desse lodo voltará para os tanques aerados, passando preliminarmente por medidores de vazão tipo Parshall.

O retorno do lodo para o tanque de aeração caracteriza o tratamento dos esgotos pelo processo "lodos ativados".

A parte excedente do lodo será enviada para o desaguamento mecânico em uma centrífuga horizontal. O lodo centrifugado será destinado a compostagem ou aterro sanitário, e os líquidos drenados voltarão ao sistema através do tanque de aeração.

Os líquidos clarificados através do processo de decantação passarão pelo medidor de vazão tipo Parshall onde serão submetidos à desinfecção através da ação do Hipoclorito de Sódio e seguirão para o tanque de contato.

Após o tanque de contato, os despejos, agora tratados, finalmente serão lançados no corpo receptor, no caso o Rio Atibainha.

4.1. DESCRIÇÃO DAS UNIDADES

4.1.1 Elevatória – dimensionada para final de plano 2033

Em função das características do município e das cotas de chegada do esgoto bruto, serão recebidos no tanque da elevatória, que será construída em concreto, sendo que foi adotado o modelo EEE (Estação Elevatória de Esgoto) com bomba.

4.1.2 Pré-tratamento – dimensionada para final de plano 2033

O pré-tratamento deverá conter um gradeamento, uma caixa de retenção de areia (com dois canais) e calha Parshall para medição da vazão de esgoto e caixa de distribuição de esgoto para os módulos de tratamento terciário.

O resíduo sólido obtido no gradeamento deverá ser drenado, ensacado em sacolas plásticas, e enviado para o serviço de limpeza Pública da Prefeitura Municipal, que recolhe os resíduos sólidos do empreendimento. Este resíduo é classificado como classe II A, de acordo com a ABNT 10.004.

Os resíduos em suspensão coletados na caixa de areia deverão ser retirados por caminhão tipo limpa fossa, ou drenados, ensacados em sacolas plásticas, para ser enviados ao serviço de limpeza Pública da Prefeitura Municipal.

4.1.3 Medidor de Vazão

Será adotado um medidor Parshall de 12" (ou 1'), provido de sistema de ultrassom e régua graduada em mm, para que seja efetuada a medição do nível d'água.

Este medidor é amplamente utilizado para medição de vazão em canais abertos, e será construída em poliéster estruturado em lã de vidro (Fiber Glass).

A vazão que passa no medidor pode ser obtida através da expressão:

$Q = 0,176 H^{1,547}$, onde Q é a vazão, dada em m³/s, e H a altura da lâmina no vertedor, dada em m.

4.1.4 Tanque anóxico – dimensionado para 1ª etapa 2023 e para final de plano 2033

No tanque anóxico visa-se a remoção do nitrogênio, através da desnitrificação do nitrato proveniente do reciclo após a nitrificação que ocorre no sistema aeróbio, como se verifica a seguir.

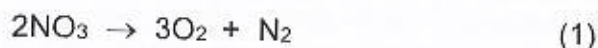
Desnitrificação Biológica

Trata-se de um processo biológico de conversão das formas oxidadas de nitrato e nitrito em gases nitrogênio e oxigênio, através da oxidação da matéria orgânica presente no próprio efluente sob a forma de DBO.

Isto ocorre em baixo nível de oxigênio dissolvido, disponível no meio, de tal forma que os microorganismos utilizam o oxigênio do nitrato e do nitrito para respiração, ao invés do oxigênio dissolvido proveniente do ar.

Vários tipos de bactérias facultativas heterotróficas utilizam o oxigênio quimicamente ligado do nitrato e nitrito, sendo este processo denominado desnitrificação anóxica, portanto meio aeróbio com ausência de oxigênio livre.

A desnitrificação biológica é realizada por bactérias desnitrificantes em condições anóxicas, conforme citado acima, para que ocorra a reação (1):



As condições necessárias para que o processo de desnitrificação se desenvolva no sistema podem ser resumidas como segue:

- Presença de uma massa bacteriana facultativa
- Presença de nitrato e ausência de OD na fração líquida
- Condições ambientais adequadas para o crescimento de micro organismos.
- Presença de um doador de elétrons (reduzidor de nitrato, no caso a matéria orgânica)

Uma bactéria tem a qualificação de facultativa quando pode usar tanto o oxigênio dissolvido (OD) como nitrato para oxidar o material orgânico. A maioria das bactérias que se desenvolvem no sistema aeróbio são facultativas. Experimentalmente estabeleceu-se que um lodo gerado sob condições aeróbias quando sujeito a um ambiente anóxico na presença de material orgânico demonstrará imediatamente a capacidade de usar nitrato como oxidante e continua a desnitrificação sem variação mensurável da reatividade do lodo, enquanto a condição anóxica persiste. Conclui-se que não há necessidade do lodo se adaptar para usar o nitrato.

Entre as condições ambientais mais importantes estão a temperatura e o pH do licor. A taxa de desnitrificação aumenta com a temperatura até um valor ótimo de 40° C.

A influência do pH sobre a desnitrificação tem sido observado que a taxa de desnitrificação é máxima para a faixa $7.0 < \text{pH} < 7.5$ e que para $\text{pH} < 6$ e $\text{pH} > 8,5$ há uma diminuição grande da atividade de desnitrificação.

Para manter o pH na faixa ótima de $7.0 < \text{pH} < 7,5$ a alcalinidade do licor misto tem de ser superior a 35 ppm CaCO_3 .

A presença de um doador de elétrons é essencial para a redução do nitrato. O doador de elétrons na desnitrificação é a matéria orgânica biodegradável, que promove um ambiente redutor, sendo que o potencial de oxi-redução do meio, e deverá estar na faixa entre -150 a +50mV.

Para garantir a desnitrificação, parte do esgoto tratado após passar pelo tanque de aeração, onde ocorreu a nitrificação, será recirculado para o tanque anóxico na taxa de retorno da ordem de 200%, a fim de que ocorra o retorno do nitrato e a conseqüente remoção do nitrogênio pela desnitrificação. Neste sistema é normal encontrar eficiência de remoção do nitrato superior a ordem de 90%, e redução da DBO da ordem de 10%.

4.1.5 Sistema aeróbio - Lodo ativado – dimensionado para 1ª etapa 2023 e para final de plano 2033

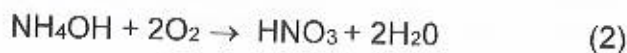
O processo de lodos ativados consiste essencialmente da agitação de uma mistura de água residuária com certo volume de lodo biologicamente ativo, mantido em suspensão por uma aeração adequada, durante tempo suficiente para converter uma porção biodegradável daqueles resíduos ao estado inorgânico, enquanto o remanescente é convertido em lodo adicional.

As células microbianas aglomeram-se em flocos de elevada porosidade formando uma massa de superfície ativa (LODO ATIVADO). Capaz de absorver a maior parte de materiais não sedimentáveis presentes. Tais flocos são suficientemente densos de modo a permitir a sua separação da massa líquida por gravidade.

O lodo ativado por aeração prolongada devido as elevadas idades de lodo são responsáveis pela oxidação da DBO, da amônia e também pela digestão aeróbia da biomassa (fração biodegradável).

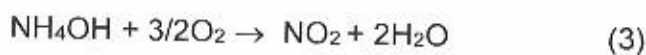
Nitrificação Biológica

A nitrificação é um processo biológico onde bactérias específicas, que ocorrem naturalmente em condições aeróbias, transformam o nitrogênio amoniacal em nitrato, conforme reação (2). Assim verifica-se a reação química de oxidação por via biológica, ou simplesmente a nitrificação:



A nitrificação consiste na oxidação de amônia para nitratos, com formação intermediária de nitritos, onde dois organismos autotróficos são responsáveis pela transformação do nitrogênio: as bactérias Nitrossomonas e as Nitrobacter.

As bactérias Nitrossomonas oxidam inicialmente o nitrogênio amoniacal - NH_4 , para Nitrito N-NO_2 , conforme reação (3).



Na seqüência, as bactérias Nitrobacter oxidam o nitrito N-NO_2 para nitrato N-NO_3 , conforme a equação (4).



A quantidade de oxigênio requerida para promover estas reações, é da ordem de $4,5 \text{ mgO}_2 / \text{mg N amoniacal}$, sendo maior que a quantidade necessária para oxidação à carga orgânica em DBO.

A nitrificação ocorre no tanque de aeração, tendo-se em vista a baixa concentração de carga orgânica e a elevada concentração de biomassa aderida, formando assim uma população específica com condições de promover a nitrificação.

Para desnitrificação deverá ser reciclado o líquido do tanque de aeração para o tanque anóxico, este reciclo interno traz de volta as bactérias facultativas juntamente com o de nitrato residual, com vazão aproximadamente de $135,8 \text{ l/s}$ (200%).

Para a aeração e mistura do sistema serão instalados os sistemas de distribuição de ar no fundo dos tanques, favorecendo a transferência do oxigênio para o esgoto a ser tratado.

Na seqüência, o esgoto passa pelo decantador secundário para a separação do lodo biológico formado.

1.1.6 Decantador secundário – dimensionado para 1ª etapa 2023 e para final de plano 2033

No sistema aeróbio ocorre o crescimento de bactérias que formam o lodo aeróbio, tornando-se necessário à remoção através de um decantador, que tem a função de separar os flocos de bactérias (lodo) do líquido clarificado.

Os sólidos sedimentáveis retidos no fundo do decantador são recirculados através de bombas, sendo parte descartado para o desaguamento mecânico.

A outra fração será recirculada parte para tanque de aeração (reciclo de lodo), para aumentar a concentração da massa biológica suspensa proporcionando uma melhora na redução da matéria orgânica afluyente.

Aproximadamente 81,5 l/s (reciclo de 120% na 1ª etapa) deverá ser reciclado dos decantadores para os tanques de aeração, possibilitando assim trabalhar com concentração de biomassa em torno de 1 a 2 gSSV/L na corrente de líquido que vai para o tanque de aeração.

Assim a vazão de Lodo a ser desaguada mecanicamente deverá ser de aproximadamente 15,2 m³/h (na 1ª etapa).

4.1.7 Sistema de desinfecção – dimensionada para final de plano 2033

O líquido sobrenadante que sai dos decantadores receberá adição de cloro, numa quantidade necessária para a desinfecção final. A concentração de cloro residual no esgoto tratado será de aproximadamente 1,0 ppm (sempre superior a 0,5 mg/L).

A desinfecção será através da utilização de hipoclorito de sódio, adicionado na entrada do tanque de contato, através de bomba dosadora.

O líquido após receber o cloro circula pelo tanque de contato, cujo volume é calculado de forma que possua um tempo de retenção suficiente para que o cloro faça efeito sobre as bactérias patogênicas residuais, eliminando-as.

O sistema de desinfecção por cloração foi dimensionado de acordo com a literatura técnica disponível, levando-se em consideração o tempo de contato e a concentração mínima de cloro aplicada.

Quanto mais longo o tempo de contato, maior será a eficiência da desinfecção para uma certa dosagem de cloro aplicado. Por outro lado, quanto maior for a dosagem de cloro maior será a eficiência da desinfecção para um tempo de contato fixo.

A expressão que relaciona a dosagem de cloro com o tempo de contato para um tipo de microrganismo apresenta a seguinte forma geral:

SISTEMAS AMBIENTAIS ENGENHARIA, CONSULTORIA E SANEAMENTO LTDA
Avenida Paulista, 347 conj. 1.601 – Bela Vista – São Paulo/SP
CEP 01311-000 – TeleFax: (0xx11) 3849-6469
e-mail: comercial@sistemasambientais.com.br

$(Dcl)n \times t = Kct$, onde:

Dcl : dosagem de cloro (mg/l)

t : tempo de contato (s)

n : coeficiente que depende do tipo de microrganismo ($n >$ ou $= 1$)

Segundo a NB – 592 o consumo de cloro para a desinfecção da água tratada deve ser estimado para a dosagem de 5 mg/l (dosagem mínima de 1 mg/l).

Para o esgoto sanitário, a literatura sugere que o teor de cloro residual livre e combinado, é de no mínimo 1 mg/l, conforme citado anteriormente.

4.1.8 Desidratação mecânica de lodo – dimensionado para 1ª etapa 2023 e para final de plano 2033

O lodo gerado no empreendimento será desidratado mecanicamente através do decanter tipo centrifugo.

O decanter centrifugo separa duas ou mais fases de diferentes pesos especificos, especialmente na clarificação de um líquido contendo sólidos em suspensão (lodo).

A separação acontece no interior de um tambor rotante com formato cilindro/tronco/cônico, em cuja, superfície interna se deposita a fase sólida, mas pesada, que é descarregada de maneira contínua pela rosca interna.

Para melhorar a separação sólido/líquido é adicionado na entrada do lodo na máquina (centrifuga) um polieletrólito a ser selecionado oportunamente.

Desta forma o lodo desidratado (torta) é coletado normalmente na rosca transportadora e encaminhado às caçambas, enquanto o líquido clarificado e direcionado por tubulação (gravidade) ao início do processo de tratamento da água (poço de captação).

A consistência ideal do lodo é acima de 2%, mas é aceitável entre 1.5 a 2% (a máxima aceitável é de 3% dependendo do fabricante de polímero)

5. PARÂMETROS PARA DIMENSIONAMENTO DO PROJETO

5.1. Base de cálculo – população

Se considerarmos os dados apresentados nos projeto executivo e sua adequação (itens 1 e 2), a estimativa populacional do município de acordo com o último Censo demográfico, teremos:

População atual (2010) = 19.708 (Censo IBGE de 2010)
 População atualizada (2013) = 23.500 (Censo da prefeitura)

Os dados acima foram extraídos do site do IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (<http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=350710&search=sao-paulo|bom-jesus-dos-perdoes>) e fornecido pela prefeitura.

Extrapolando as informações para um horizonte de 10 anos e 20 anos, partindo de 2013, e utilizando uma taxa de crescimento populacional de 3,37% (valor extraído do projeto fornecido pela EMA Engenharia de Meio Ambiente – SEAD), teremos:

Ano	Numero de habitantes	Ano	Numero de habitantes
2013	23500	2024	33838
2014	24292	2025	34979
2015	25111	2026	36157
2016	25957	2027	37376
2017	26832	2028	38635
2018	27736	2029	39937
2019	28670	2030	41283
2020	29637	2031	42675
2021	30635	2032	44113
2022	31668	2033	45599
2023	32735	2034	47136

De acordo com o IBGE a população urbana para o ano de 2013 é de 20.700 habitantes, assim extrapolando-se os valores para um horizonte de 10 anos e 20 anos, teremos:

População de 2013 = 20.700 Habitantes
 População de 2023 = 28.835 Habitantes
 População de 2033 = 40.166 Habitantes

5.2. PARÂMETROS E CRITÉRIOS DE PROJETO

Em função do numero de pessoas estabelecido pelo censo da prefeitura, e a capacidade física da estação de tratamento do município de bom Jesus dos Perdões (de acordo com o projeto de readequação já mencionado no item 2), optamos por atender a população estimada para o ano de 2023, isto é, uma população de 28.835 pessoas.

População de 2023	28.835 habitantes
Taxa de crescimento	3,37% a.a.
Contribuição de esgoto por habitante	200 l/dia
Coeficiente de retorno de esgoto	0,800

Coefficiente de contribuição máxima diária	k1 = 1,20
Coefficiente de contribuição máxima horária	k2 = 1,50
Coefficiente de contribuição mínima diária	k3 = 0,50
Coefficiente de infiltração na rede coletora	0,0002 L/s.m
Comprimento da rede adotada (Projeto de adequação)	70.232 metros
Carga Orgânica	54 g/hab.dia
Sólidos Suspensos	60 g/hab.dia
Concentração de Coli. termotolerantes no esgoto bruto	10 ⁷ org/100 ml

Para atender e tratar a vazão gerada pela população de fim de plano, isto é, população de 40.166 habitantes, utilizaremos a mesma estrutura física a ser implantada no ano de 2023, e acrescentaremos maior capacidade de aeração (mais equipamentos, como veremos adiante).

5.3 Avaliação das Vazões e Cargas Orgânicas Afluentes à ETE

As estimativas de vazões e carga orgânica para o município de Bom Jesus dos Perdões foram baseadas na população atendida e vazão média descrita anteriormente.

Na sequência são apresentadas as vazões e carga orgânica afluentes à ETE.

Ano	População	Vazão média l/s	Vazão média com infiltração (l/s)	Vazão de pico com infiltração (l/s)	Carga Orgânica (kg DBO/dia)
2013	20700	38,33	52,33	83,00	1117,80
2023	28835	53,40	67,40	110,12	1557,07
2033	40166	74,38	86,00	147,89	2168,97

5.4. Lançamento

O município deverá implantar um sistema isolado de coleta, tratamento e disposição final do esgoto sanitário atendendo ao decreto nº 8.468/76, Lei 997, Art. 18, que dispõe sobre a Prevenção e Controle de Poluição do Meio Ambiente, bem como à Resolução 357 do CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente".

Após o tratamento, os esgotos serão lançados no Rio Atibainha, pertencente à Bacia Hidrográfica de Atibaia, e enquadrado como classe 2.

5.5. Padrões de lançamento do sistema no corpo receptor

Material sedimentável	≤ 1	ml/L
DBO saída da ETE	≤ 15	mgO ₂ /L
Coliformes fecais	≤ 500	NMP/100 mL

Concentração de O ₂	> 5	ppm
Concentração de N (amoniacal)	≤ 5	mg/L
Concentração de fósforo	≤ 1,0	mg/L
Concentração de OG	≤ 20	mg/L

6. MEMORIAL DE CÁLCULO DO PROJETO

Dimensionamento das unidades de tratamento

6.1. Elevatória de esgoto bruto – FINAL DE PLANO 2033

Esta unidade será dimensionada para atender as seguintes vazões:

Vazão de esgoto	L/s	m ³ /hora
Mínima	51,19	184,28
Média	88,38	318,17
Máxima horária	147,88	532,37

A estrutura física do tanque de recalque desta unidade será utilizada conforme especificada para o projeto de adequação, apresentado pela empresa Proesplan e atenderá a projeção da população para final de plano (2033).

6.2. Pré-tratamento – FINAL DE PLANO 2033

O pré-tratamento foi dimensionado de acordo os padrões da ABNT NBR-570 e EB 2185, e atenderá a projeção da população para final de plano (2033).

6.2.1. Gradeamento

Para o gradeamento estamos prevendo uma grade metálica com espaçamento média/grossa entre as barras.

Todos os sólidos retidos nesta são direcionados ao recipiente de coleta, de onde será destinado ao serviço público, já que é classificado como resíduo classe IIA (de acordo com a Norma 10.004 da ABNT/NBR).

Dimensões internas do canal:

Comprimento	= 1,90m
Largura	= 1,05 m
Altura	= 0,60 m

Adotando-se um gradeamento médio/fino, com espaçamento de aproximadamente 15 mm, teremos:

verificação das velocidades			média/fina	
Q (m ³ /s)	h(m)	At=b.h	Au=At.E	V=Q/Au
0,05119	0,0966	0,10142	0,07126	0,72
0,08838	0,1747	0,18347	0,12890	0,69
0,14788	0,2790	0,29299	0,20585	0,72

As velocidades situam-se no intervalo limitado entre 0,4 e 0,75 m/s

6.2.2. Caixa de Areia

A caixa de areia é empregada para remover partículas não degradáveis (inertes) presentes no esgoto, normalmente com alta taxa de sedimentação e não floculenta por natureza.

A caixa de areia foi dimensionada de acordo os padrões da ABNT.

Para os cálculos inerentes ao pré-tratamento foram adotados os seguintes parâmetros:

Alturas das lâminas para vazões máximas, médias e mínimas (H), no medidor Parshall:
Fórmula utilizada: $H=(Q/k)^{1/n}$, onde k e n dependem da calha Parshall utilizada.

"Para Calha Parshall com garganta (W) de 1' (ou 12") , temos:

k (tabelado)	= 0,69
n (tabelado)	= 1,522

Portanto, obtemos as seguintes lâminas:

H mínima	0,1810 m
H média	0,2592 m
H máxima	0,3635 m

Rebaixo do medidor Parshall (Z), fórmula utilizada:

$$Z = \frac{(Q_{max} \times H_{min} - Q_{min} \times H_{max})}{(Q_{max} - Q_{min})} = 0,0845 \text{ m}$$

Altura (h) da lâmina antes do rebaixo:

h mínima	0,0966 m
h média	0,1747 m
h máxima	0,2790 m

Portanto para a largura do canal de areia utilizando a fórmula:

$$b = Q_{\max} / h_{\max} \times V$$

$$b = 1,50 \text{ m}$$

Verificação das velocidades:

Q (m ³ /s)	h (m)	S = h.b	V = Q/S
0,05119	0,0966	0,14489	0,35
0,08838	0,1747	0,26210	0,34
0,14788	0,2790	0,41855	0,35

As velocidades estão dentro da faixa recomendada (0.24 a 0.36 m/s)

O comprimento do canal de areia será calculado conforme a fórmula:

$$L - \text{comprimento} = 22,5 \times h_{\max}$$

$$L - \text{comprimento} = 8,18 \text{ m}$$

Utilizando os cálculos de acordo com a norma, obtemos as seguintes dimensões:

- Comprimento (L) = 8,18 m
- Largura (b) = 1,50 m
- Altura da câmara de areia = 0,30 m
- Área superficial = 12,27 m²
- Taxa de aplicação (na vazão de pico) = 1042 m³/m².dia

Para facilitar o acesso à manutenção e operação da unidade, adotaremos as seguintes dimensões:

- N.º de caixas = 2 unidades
- Comprimento = 8,00 m
- Largura = 1,50 m
- Altura de acúmulo = 0,30 m
- Área superficial = 12,00 m²
- Taxa de aplicação (para Q_{max}) = 1065 m³/m².dia
- Capacidade de acúmulo de areia = 3.600 L de areia por caixa

6.2.3. Medidor de vazão tipo Calha Parshall

Medidor amplamente utilizado para medição de vazão em canais abertos, construída em poliéster estruturado em lã de vidro (Fiber Glass).

Garganta do equipamento selecionado:

$$W = 1' \text{ (ou 12")}$$

Os limites de vazão para o Parshall será de mínimo: 3,11 L/s e máximo: 455,60 L/s.

O esgoto após o gradeamento e posterior remoção de areia, será enviado ao tratamento terciário.

6.3 Tratamento biológico terciário – ETAPAS – 2023 e 2033

O tratamento do esgoto será dimensionado baseando-se nos seguintes dados:

Ano	População	Vazão média l/s	Vazão média com infiltração (l/s)	Vazão de pico com infiltração (l/s)	Carga Orgânica (kg DBO/dia)
2013	20700	38,33	52,33	83,00	1117,80
2023	28835	53,40	67,40	110,12	1557,07
2033	40166	74,38	86,00	147,89	2168,97

Assim adotaremos dois módulos para atender a demanda gerada para o ano de 2023 e para final de plano - 2033

6.3.1 Reator Biológico

O dimensionamento do reator biológico para a remoção biológica de nitrogênio (nitrificação e desnitrificação), em um sistema de lodos ativados convencional com pré-nitrificação (zona anóxica seguida de aeróbia) é baseado nas seguintes premissas obtidas pela literatura técnica e norma brasileira (ABNT – NBR 12.209/11).

		ano 2023	ano 2033
Vazão afluente ao biológico	l/s	67,40	88,38
Vazão afluente ao biológico	m ³ /d	5.823,36	7.636,03
Altitude	m	784	784
Pressão	atm	0,91	0,91
Temperatura do esgoto	°C	16,00	16,00

Dimensionamento do sistema biológico

Valores adotados de acordo com a literatura técnica

Coefficientes de nitrificação

Taxa de crescimento específico máxima (μ_{max}) - nitrificantes	d ⁻¹	0,5
Concentração de saturação de amônia - K_N	mg NH ₄ /l	0,70
Concentração de saturação de oxigênio (K_O)	mg/l	0,80
Coefficiente de produção específica Y_N	gNitrifi/gNH ₄ ⁺ oxidada	0,08
Concentração de saturação de temperatura para μ_{max} (θ)	-	1,10
Demanda de O ₂ para nitrificação - Consumo O ₂ para NTK	gO ₂ /gNH ₄ ⁺ oxidada	4,57

Coeficientes da desnitrificação		
Taxa de desnitrificação na zona pre anóxica (TDE)	kgNO ₃ ⁻ /kgSSV.d	0,08
Coeficiente de temperatura para desnitrificação (θ)		1,09
Produção (Recuperação) de O ₂ para desnitrificação	kgO ₂ / kgNO ₃	2,85
Fração de amônia no lodo excedente		0,12

Valores adotados para 2023 (3ª coluna) e 2033 (4ª coluna):

Coeficientes cinéticos e estequiométricos			
Y coeficiente de produção celular	gSSV/gDBO	0,60	0,60
K _d coeficiente de respiração endógena	gSSV/gSSV.d	0,08	0,08
f _b ' fração biodegradável de SSV	%	0,80	0,80
Relação SSV/SS no esgoto bruto	%	0,80	0,80
Relação SSb/SS (SS biodegradáveis por SS no esgoto bruto)	%	0,60	0,60
Relação SSV/SS formados (ao gerar sólidos)	%	0,90	0,90
Eficiência carbonácea estimada no biológico	%	95%	95%

Como premissa para os cálculos dos sistemas de tratamento, adotamos a seguinte idade de lodo:

Calculo da idade de lodo	Ano 2023	Ano 2033
Idade de lodo adotada	20,00	15,00

A) Distribuição de sólidos no reator biológico:

Produção sólidos		Ano 2023	Ano 2033
Sólidos afluentes			
sólidos em suspensão totais P _x (SS)	kgSS/d	2.183,76	2.863,51
sólidos em suspensão voláteis P _{xv} (SSV)	kgSSV/d	1.747,01	2.290,81
sólidos em suspensão volátil biodegradável P _{xb} (SSb)	kgSSb/d	1.048,20	1.374,49
sólidos em suspensão volátil não biodegradável P _{xnb} (SSnb)	kgSSnb/d	698,80	916,32
sólidos em suspensão inorgânicos (não voláteis) P _{xi} (SSi)	kgSSi/d	436,75	572,70

		Ano 2023	Ano 2033
Sólidos biológicos formados no reator			
Relação SSV/SS formados	%	0,90	0,90
sólidos em suspensão voláteis formados P_{xv} formados (SSV)	kgSSV/d	885,32	1.237,22
sólidos em suspensão totais formados P_x formados (SS)	kgSS/d	983,69	1.374,69
sólidos em suspensão inorgânicos formados P_{xi} formados (SSi)	kgSSi/d	98,37	137,47
sólidos em suspensão biodegradável formados P_{xb} formados (SSb)	kgSSb/d	536,56	798,21
sólidos em suspensão não biodegradável P_{xnb} formados (SSnb)	kgSSnb/d	348,76	439,01
sólidos em suspensão biodegradável destruídos na respiração endógena P_{xb} destruídos (SSb)	kgSSb/d	435,85	539,88
sólidos em suspensão biodegradável remanescentes (produção líquida) P_{xb} líquida (SSb)	kgSSb/d	100,71	258,33
sólidos em suspensão voláteis remanescentes P_{xv} líquida (produção líquida)	kgSSV/d	449,47	697,34
Relação SSV/SS resultante		0,80	0,80
Produção líquida de sólidos biológicos no reator	kgSSV/d	449,47	697,34

B) Cálculo do volume do tanque de aeração

Segundo a concepção do sistema de lodos ativados convencional com pré-nitrificação, a zona anóxica representa 25% do seu volume total do reator biológico, enquanto os 75% restantes são representados pela zona aeróbia.

A idade de lodo pode ser assim dividida:

Para 2023

- Idade de lodo total = 20,00 dias
- Idade de lodo aeróbia = 15,00 dias (75% zona aeróbia)

Para 2033

- Idade de lodo total = 15,00 dias
- Idade de lodo aeróbia = 11,25 dias (75% zona aeróbia)

O cálculo do reator biológico será realizado pela equação:

$$V = \frac{Y \cdot \theta_c \cdot S_r}{X_v \cdot (1 + f_b \cdot K_d \cdot \theta_c)}$$

Corrigindo-se o valor da fração biodegradável dos sólidos voláteis (SSV) gerados no sistema, logo que são produzidos considerando a idade de lodo ($\theta_c = 0$), cerca de 20% são inertes e 80% são biodegradáveis, assim teremos:

$$f_b = \frac{f_b'}{1 + (1 - f_b') \cdot K_d \cdot \theta_c}$$

Como resultado, teremos:

Para 2023

$$f_b = 0,61$$

Para 2033

$$f_b = 0,65$$

Portanto o volume do reator biológico será:

Calculo do volume do tanque biológico		Ano 2023	Ano 2033
$V = Y \cdot \theta_c \cdot S_r / X_v \cdot (1 + f_b \cdot K_d \cdot \theta_c)$	m^3	3.595,78	4.184,05

Assim adotaremos um reator biológico com o volume de 5.797,00 m³, ou dois tanques com volumes unitários de 2.898,50 m³.

Os volumes nas zonas anóxica e aeróbia serão:

Volume do reator biológico adotado	m^3	5.797,00
Fração do reator como zona pre-desnitrificação	%	21%
Volume anóxico adotado	m^3	1.217,37
Fração do reator como zona de aeração	%	79%
Volume aeração adotado	m^3	4.579,63

O tempo de detenção hidráulica total será:

Tempo de detenção hidráulica

Tempo de detenção hidráulica		Ano 2023	Ano 2033
TDH total do reator biológico (vazão média)	horas	23,94	18,25
TDH zona anaóxica (vazão média)	horas	6,20	4,73
TDH zona aeróbia (vazão média)	horas	17,73	13,52

As dimensões dos tanques de oxidação biológica que atenderão as duas fases de implantação serão:

Reator biológico

Numero de módulos		2,00
Comprimento	m	26,35
Largura	m	22,00
Espessura da parede do septo	m	0,35
Altura de líquido	m	5,00
Volume unitário	m ³	2898,50
Volume total	m ³	5797,00
Volume útil total	m ³	5758,50

Conforme foi comentado anteriormente, estamos utilizando exatamente o mesmo numero de módulos estabelecidos no projeto de adequação apresentado no item 2 deste memorial. Adequamos o volume dos tanques em função da área de implantação disponível, e acrescentaremos uma parede, separando a zona anóxica da zona aeróbia.

Para efetivar o tratamento terciário necessitaremos desta divisão interna destes tanques, onde formaremos as zonas anóxica e aeróbia. Assim teremos tanques com as seguintes dimensões:

Zona Anóxica		
numero de modulos		2,00
comprimento	m	22,00
largura	m	5,583
área	m ²	122,8
altura de líquido	m	5,00
volume unitário	m ³	614,1
volume útil total	m ³	1228,26

Zona aeróbia		
numero de modulos		2,00
comprimento	m	22,00
largura	m	20,41
área	m ²	449,1
altura de líquido	m	5,00
volume unitário	m ³	2245,87
volume útil total	m ³	4490,51

C) Remoção de lodo excedente

Estimativa produção lodo aerobio excedente		Ano 2023	Ano 2033
SS total produzido	kgSS/d	2.183,76	2.863,51
SS saindo com o efluente final	kgSS/d	174,70	229,08
SS a ser removido do sistema	kgSS/d	2.009,06	2.634,43

Remoção de lodo a partir do decantador secundário - linha de recirculação de lodo		Ano 2023	Ano 2033
Concentração SS linha de recirculação	mg/l	5.729,17	6.250,00
Volume diário de lodo	m ³ /d	350,67	421,51
Tempo de residencia - funcionamento do decanter centrifugo	h	20	24
Volume horário de lodo	m ³ /h	17,53	17,56

D) Cálculo da taxa de crescimento das bactérias nitrificantes (μ_{max}) em função das condições ambientais no reator.

Como as condições ambientais no reator independem da vazão afluente, os valores acima obtidos serão utilizados para os demais cálculos em todas as etapas consideradas.

Correção Taxa de crescimento de nitrificantes		
Efeito concentração de amonia		
Concentração de saturação de amonia - K_N	mg NH ₄ /l	0,70
Concentração de amonia desejada	mg NH ₄ /l	2,00
Taxa Nitrificantes corrigida - amonia	d ⁻¹	0,37
Fator de correção - Amonia	%	0,74

Efeito Temperatura		
Concentração de saturação de temperatura para μ_{max} (θ)	-	1,10
Temperatura esgoto	°C	16,00
Taxa Nitrificantes corrigida - Temperatura	d ⁻¹	0,34
Fator de correção	%	0,68
Efeito pH		
pH	-	6,80
Taxa Nitrificantes corrigida - PH	d ⁻¹	0,33
Fator de correção	%	0,67
Efeito - OD		
Concentração de saturação de oxigenio (K_O)	mg/l	0,80
oxigênio dissolvido	mg/l	2,00
Taxa Nitrificantes corrigida - OD	d ⁻¹	0,36
Fator de correção	%	0,71
Fator de correção - efeito integrado		0,24
Taxa de crescimento especifica (μ_N) Nitrificantes	d ⁻¹	0,12
Idade de lodo minima para nitrificação	d	8,3

Como podemos observar a idade de lodo mínima requerida para nitrificação total é de 8,3 dias, valor inferior ao adotado (20 dias para 2023 e 15 dias para 2033), sendo assim não é necessário o seu reajuste.

E) Cálculo da fração nitrificante nos sólidos em suspensão voláteis no reator:

Carga de amônia a ser oxidada		Ano 2023	Ano 2033
Carga de NTK afluente	kgNTK/d	232,93	305,44
Carga de NTK efluente	kgNTK/d	23,29	30,54
Fração de amônia no lodo excedente		0,12	0,12
Carga de NTK no lodo excedente	kgNTK/d	53,94	83,68
Carga de NTK a ser oxidado	kgNTK/d	155,70	191,22

produção de bactérias nitrificantes		Ano 2023	Ano 2033
Coefficiente de produção celular - nitrificantes Y_N	gNitrifi/gNH ₄ ⁺ oxidada	0,08	0,08
produção de bactérias nitrificantes P_{XN}	kgSSV/d	12,46	15,30
Calculo de fN			
Fraçao de bacteria nitrificantes presentes na biomass	g Xn / g Xv	0,0071	0,0067

F) Cálculo da taxa de nitrificação

Calculo da taxa de nitrificação		Ano 2023	Ano 2033
Taxa de nitrificação $\Delta NTK/\Delta t$	g NTK/m ³ .d	26,89	25,19
Carga NTK passível de ser oxidada L_{NTK}	kgNTK/d	115,73	108,39

G) Cálculo da concentração de amônia efluente e eficiência na remoção da amônia

Partindo-se das premissas das cargas de NTK obtidas nos cálculos do item E, teremos:

Calculo da concentração de amonia efluente		Ano 2023	Ano 2033
Calculo das cargas de NTK			
Carga de NTK efluente	kg/d	23,29	30,54
Concentração de NTK efluente NTK_e	mgNTK/l	4,00	4,00
Eficiência de remoção de amônia	%	90,00	90,00

H) Massa de SSV na zona pré anóxica

Partindo-se das premissas do volume da zona anóxica demonstrada no item B, teremos:

Tanque anoxico de pre-desnitrificação		Ano 2023	Ano 2033
Massa de SSV (sólidos voláteis) na zona pre-anoxico	kgSSV	3.762,00	3.762,00

I) Recirculação de nitratos a zona anóxica

Recirculação dos nitratos à zona anóxica		Ano 2023	Ano 2033
Razão de recirculação de lodo		120%	100%
Razão de recirculação interna		200%	200%
Razão de recirculação de recirculação total		320%	300%
Razão de recirculação de nitratos		0,76	0,75

J) Taxa de desnitrificação específica

Taxa de desnitrificação específica		Ano 2023	Ano 2033
Taxa de desnitrificação específica TDE	kgNO ₃ ⁻ /kgSSV.d	0,08	0,08
Correção da temperatura TDEY	kgNO ₃ ⁻ /kgSSV.d	0,11	0,11

K) Cargas de nitratos

Cargas de nitrato		Ano 2023	Ano 2033
Carga de NO ₃ ⁻ produzido na zona aeróbia	kg/d	155,70	191,22
Carga de NO ₃ ⁻ recirculado à zona anóxica pelo retorno de lodo	kg/d	44,49	47,80
Carga de NO ₃ ⁻ recirculado à zona anóxica pela recirculação interna	kg/d	74,14	95,61
Carga de NO ₃ ⁻ total recirculado	kg/d	118,63	143,41
Carga de NO ₃ ⁻ passível de redução na zona pré-anóxica	kg/d	300,96	300,96
Carga de NO ₃ ⁻ efluente	kg/d	37,07	47,80

L) Concentração de nitratos e eficiência na remoção de nitratos:

Concentração de nitrato efluente		Ano 2023	Ano 2033
Calculo da concentração de nitrato efluente NO _{3e}	mgNO ₃ /l	6,37	6,26
Eficiência de remoção de nitrato formado: E=(carga produzida-carga efluente)/carga produzida	%	0,76	0,75

M) Sistema de aeração

Apresentamos os critérios e parâmetros utilizados no dimensionamento dos equipamentos abaixo especificados, podendo haver pequenas alterações em função do fornecedor dos equipamentos.

Calculo da necessidade de oxigênio		Ano 2023	Ano 2033
Consumo O2 para DBO	kgO2/ kgDBO	1,00	1,00
Demanda de O2 para nitrificação - Consumo O2 para NTK	gO ₂ / gNH ₄ ⁺ oxidada	4,57	4,57
Produção (Recuperação) de O ₂ para desnitrificação	kgO2/ kgNO3	2,85	2,85
Carga de DBO removida	kgDBO/d	1.475,54	2.062,03
carga de NTK removida	kgNTK/d	155,70	191,22
Carga de NO3 desnitrificada	kgNTK/d	118,63	143,41
Necessidade de O2 demanda carbonacea	kgO2/d	1.475,54	2.062,03
Necessidade de O2 demanda nitrogenada	kgO2/d	711,57	873,86
Fator de pico para demanda carbonacea	-	1,50	1,50
Fator de pico para demanda Nitrogenada	-	1,35	1,35
Necessidade de O2 demanda carbonacea corrigida	kgO2/d	2.213,31	3.093,05
Necessidade de O2 demanda nitrogenada corrigida	kgO2/d	960,62	1.179,71
Recuperação de O2 desnitrificação	kgO2/d	- 338,10	- 408,72
Necessidade diária oxigênio - maxima	kgO2/d	2.835,83	3.864,03
Necessidade horaria oxigênio - maxima	kgO2/h	118,16	161,00
Alfa	-	0,65	0,65
Beta	-	0,95	0,95
Temperatura	°C	16,00	16,00
Altitude	m	784,00	784,00
Teta	-	1,024	1,024
Conc O2 desejada no TA 0m (na hora de pico)	mg/l	1,50	1,50
Concentração max O2 a 20°C	mg/l	9,20	9,20
	atm	0,92	0,92
pressão ao nivel do mar	atm	1,00	1,00
Conc O2 a temp de projeto 0m (saturação)	mg/l	9,06	9,06
Necessidade de oxigênio calculada	kg/h	118,16	161,00
Necessidade corrigida de O2	kg/h	287,78	392,12
Lamina Agua	m	5,00	5,00
Eficiencia transferência por metro lamina	%	5,0%	5,0%
Eficiencia transferência calculada	%	25,0%	25,0%

Informações gerais importantes

A eficiência na transferência de oxigênio é característica de cada difusor. A transferência de oxigênio depende de alguns fatores como: taxa de vazão por difusor, lâmina de água e densidade de difusores. Portanto, a transferência de oxigênio diminui com uma vazão maior de ar, e aumenta com a profundidade de água e com o aumento da densidade de difusores (mais difusores por metro quadrado).

O número de difusores por metro quadrado não deve ser inferior a 1,3 – se esse número for menor, poderá haver deposição de sólidos no fundo do tanque. Quanto maior o número de difusores aplicado, melhor será a tratabilidade do sistema.

A vazão de ar por difusor em operação não pode ser inferior a 0,02 m³/min para assegurar a não deposição de sólidos sobre ele, como também não deve ser superior a vazão máxima permitida de 0,120 m³/min (para difusores circulares) de modo a assegurar a durabilidade do equipamento e a real transferência de oxigênio. Portanto, é realmente aconselhável operar com uma vazão de ar máxima por difusor sempre próximo a 50 a 60% de sua capacidade. Este conceito aplica-se a todos os difusores existentes no mercado.

Quantidade de ar necessário

Vazão de ar (a pressão máxima de 0,60 bar)

Necessidade de ar		Ano 2023	Ano 2033
Necessidade de Ar vazão pico	m ³ /h	4.567,94	6.224,17
Necessidade de Ar vazão pico	m ³ /min	76,13	103,74

Sopradores		Ano 2023	Ano 2033
Fluxo de ar	kgar/s	1,52	2,07
R, constante do gás		8,314	8,314
Temp.absoluta de entrada	oK	308,00	308,00
Eficiência do cj moto-compressor	%	0,84	0,84
Ps pressão abs. na saída	atm	1,55	1,55
Pe pressão abs. na entrada	atm	0,92	0,92
Profundidade do TA	m	5,00	5,00
Potência total de sopradores	kW	88,53	120,63
Potência total de sopradores ponta eixo	HP	118,04	160,84

Na prática podemos adotar um número maior de sopradores de ar. Assim teremos:

Para 2023

Para adoção de 2 sopradores operacionais: 3 (2+1) vazão de 40 Nm³ar/min a 0,60 bar

Para adoção de 3 sopradores operacionais: 4 (3+1) vazão de 26 Nm³ar/min a 0,60 bar

Para 2033

Para adoção de 2 sopradores operacionais: 3 (2+1) vazão de 53 Nm³ar/min a 0,60 bar

Para adoção de 3 sopradores operacionais: 4 (3+1) vazão de 35 Nm³ar/min a 0,60 bar

Para adoção de 3 sopradores operacionais: 5 (4+1) vazão de 26 Nm³ar/min a 0,60 bar

Obs.: Se o sistema de aeração for implantado inicialmente para 2023, quando da complementação para 2033, devemos acrescentar apenas a diferença entre as fases (103,74 – 76,13 = 27,61 m³ ar/minuto). Exemplo: ao implantarmos 2 sopradores operacionais para 2023: 3 (2+1) vazão de 40 Nm³ar/min a 0,60 bar, instalaremos mais um para 2033: 4 (3+1).

6.3.2 Decantação secundária

Dimensões do decantador

- Formato = circular

Decantador		
numero de modulos		2,00
diâmetro	m	15,00
área	m ²	176,72
área total	m ²	353,43
altura de líquido	m	3,30

Dados para o dimensionamento dos decantadores secundários:

		Ano 2023	Ano 2033
Taxa de recirculação máxima de lodo	%	120%	100%
vazão de recirculação	m ³ /d	6.988,03	7.636,03
vazão de recirculação	l/s	80,88	88,38
Vazão afluente ao decantador	m ³ /d	12.811,39	15.272,06
Carga de sólidos no decantador	kgSS/d	40.035,60	47.725,20

Taxas obtidas (para vazão média), a partir dos valores acima apresentados:

		Ano 2023	Ano 2033
Taxa de aplicação hidráulica	m ³ /m ² .d	16,48	21,61
Taxa de aplicação de sólidos	kgSS/m ² .d	113,28	135,03

6.4 Tanque de contato – desinfecção – FINAL DE PLANO 2033

Neste tanque o esgoto tratado receberá uma adição de cloro para promover a desinfecção dos patogênicos e oxidação final de compostos orgânicos.

numero de modulos		1,00
comprimento		17,00
largura	m	8,40
área	m ²	142,80
altura de líquido	m	1,50
volume unitário	m ³	214,20
volume total	m ³	214,20
TRH (pico)	minutos	24,19

6.5 Edifício de desaquamento

A casa de desidratação constitui-se de uma edificação em concreto, onde se faz o processamento do lodo adensado em torta desidratada.

A casa de desidratação possui dois pavimentos, com as seguintes instalações:

1º pavimento com as dimensões de (10,55 x 4,80) m contém:

2 tanques de diluição e preparo de polímero;

2 bombas de aplicação de polímero;

local para armazenamento de polímero;

caçamba para disposição diária da torta;

poço de coleta para bomba submersível portátil.

2º pavimento com as dimensões de (4,8 x 4,9) m contém:

2 centrifugas;

sanitários.

O sistema de aplicação de polímeros compõe-se de tanques de preparo da solução e bombas para aplicação na entrada da centrifuga.

Os polímeros serão diluídos em 2 tanques de concreto com as seguintes características:

Dimensões internas: 1,40m x 1,50 m

Altura útil = 2,10 m²

Volume de cada tanque = 2,10m³

QUADRO 5.1.COMPARATIVO "PROJETO ORIGINAL E REVISADO"

Item	Unidade	Original	Revisada
1	Pré tratamento	<p>3 módulos com dimensões (internas em m):</p> <ul style="list-style-type: none"> - Caixa de areia C=5,5 x L=0,4 x Htotal=0,65 m - (4 unid./módulo) comportas 50cmx45cm - (1 unid./módulo) Calha parshall W=3" 	<p>01 módulo com dimensão (internas em m):</p> <ul style="list-style-type: none"> - gradeamento fino 01 canal com C=1,5 x L=2,45 x Htotal=0,83 m - grade metálica final com abertura entre barras de 10 mm - Caixa de areia 02 canais com C=8,0 x L=1,05 x Htotal=1,18 - (04 unid./módulo) comportas 55 cm x 150 cm - (01 unid./módulo) Calha parshall W=12"
2	Tanque de aeração	<p>3 módulos com dimensões (internas em m):</p> <p>C=23,5 x L=23,5 x Htotal=4,5 m</p>	<p>02 unidades com dimensões (internas em m): C=22,0 x L=20,41 x Htotal=6,0 m</p> <p>Para 2023:</p> <p>320 difusores tubulares (160 unidades por módulo) com diâmetro de 63 mm (2") e comprimento de 1,0 m + sopradores de ar para uma vazão total de 78 Nm³ar/minuto a 0,60 bar + 02 misturadores lentos para zona anóxica</p> <p>Para 2033:</p> <p>436 difusores tubulares (218 unidades por módulo) com diâmetro de 63 mm (2") e comprimento de 1,0 m + sopradores de ar para uma vazão total de 105 Nm³ar/minuto a 0,60 bar + 02 misturadores lentos para zona anóxica</p>
3	Sistema de aeração	<p>12 aeradores superficiais com potência unitária de 25 CV (4 unidades por módulo)</p>	<p>02 unidades com dimensões (internas em m): C=22,0 x L=5,58 x Htotal=6,0 m</p>
4	Tanque anóxico	Inexistente	
5	Decantador Secundário	<p>3 módulos com Ø = 14,00m (interno)</p>	<p>02 módulos com Ø = 15,00m (interno)</p>

6	Estação Elevatória de Recirculação de lodo	Poço de sucção dimensões internas: 3,0m x 3,0m x 6,0 m Bombas recirculação (3=2+1) Q = 158 m ³ /h a 4,10 mca Bombas descarte (2=1+1) Q = 8,7 m ³ /h a 20 mca	Poço de sucção dimensões internas: 3,0m x 3,0m x 5,5 m estrutura mantida conforme projeto original Bombas recirculação (2=1+1) Q = 215 m ³ /h a 9,0 mca Bombas descarte (2=1+1) Q = 18 m ³ /h a 13,0 mca
7	Tanque de contato	1 unidade com dimensões (internas em m): C=9,4 x L=8,4 x H _{total} =4,5 m - Divisões internas: 9 unidades	01 unidade com dimensões (internas em m): C=17,0 x L=8,4 x H _{total} =1,45 - Divisões internas: 16 unidades
8	Casa de química	Equipamento de desagüe de lodo: - 01 decanter centrífugo Q = 7,0 m ³ /h - 01 bomba dosadora de polieletrólito Q = 205 l/h (concentração de 0,01%) Equipamento e preparo de hipoclorito de sódio (desinfecção): - tanque de armazenamento = 2.400 litros - 2 (1+1) bomba dosadora de diafragma Q 21 l/h a 4 bar	Equipamento de desagüe de lodo: - 02 decanter centrífugo Q = 9,0 m ³ /h - 02 bomba dosadora de polieletrólito Q = 270 l/h (concentração de 0,01%) - Bombas de Recirculação de Drenado (2=1+1) Q = 18,0 m ³ /h e Hm = 9,0 mca Equipamento e preparo de hipoclorito de sódio (desinfecção): - tanque de armazenamento = 2.400 litros - 2 (1+1) bomba dosadora de diafragma Q= 30 l/h a 4 bar
9	Instalações Elétricas	-	Ajustar para novas cargas

8 - DIMENSIONAMENTO DAS REDES COLETORAS DE ESGOTO

8.1 - REDE COLETORA DE ESGOTO 01 - DISTRITO INDUSTRIAL

Diâmetro adotado = Ø200mm

Vazão Total = 18 l/s

Declividade máxima = 0,004

Declividade mínima = 0,004

VERIFICAÇÃO DE VELOCIDADE

MÍNIMA = MÁXIMA

$$A - \frac{Q \cdot M}{D \cdot I} = \frac{0,018 \times 0,013}{0,2 \times 0,004} = 0,270 - \text{TABELA 14.5} \rightarrow \frac{y}{D} = 0,72$$

TABELA 14.7 → 0,4469

$$V = 0,4469 \times \frac{0,02^{2/3} \times 0,0004^{0,5}}{0,013} = 0,74 \text{ m/s}$$

8.2 - REDE COLETORA DE ESGOTO 02 - JARDIM HORTÊNCIA

Diâmetro adotado = Ø250mm

Vazão Total = 14 l/s

Declividade máxima = 0,0947

Declividade mínima = 0,0021

VERIFICAÇÃO DE VELOCIDADE
MÍNIMA

$$A - \frac{Q \cdot M}{D \cdot I} = \frac{0,014 \times 0,013}{0,25 \times 0,0021} = 0,016 - \text{TABELA 14.5} \rightarrow \frac{y}{D} = 0,51$$

TABELA 14.7 → 0,400

$$V = 0,400 \times \frac{0,25^{2/3} \times 0,0021^{0,5}}{0,013} = 0,559 \text{ m/s}$$

MÁXIMA

$$A - \frac{Q \cdot M}{D \cdot I} = \frac{0,014 \times 0,013}{0,25 \times 0,0947} = 0,023 - \text{TABELA 14.5} \rightarrow \frac{y}{D} = 0,19$$

TABELA 14.7 → 0,234

$$V = 0,234 \times \frac{0,25^{2/3} \times 0,0947^{1/2}}{0,013} = 2,20 \text{ m/s}$$

8.3 - REDE COLETORA DE ESGOTO 03 – DOM PEDRO FINAL

Diâmetro adotado = Ø200mm
 Vazão Total = 7 l/s
 Declividade máxima = 0,0891
 Declividade mínima = 0,0140

VERIFICAÇÃO DE VELOCIDADE

MÍNIMA

$$A - \frac{Q \cdot M}{D \cdot I} = \frac{0,007 \times 0,013}{0,2 \times 0,0140} = 0,0562 - \text{TABELA 14.5} \rightarrow \frac{y}{D} = 0,29$$

TABELA 14.7 → 0,301

$$V = 0,301 \times \frac{0,2^{2/3} \times 0,0140^{1/2}}{0,013} = 0,936 \text{ m/s}$$

MÁXIMA

$$A - \frac{Q \cdot M}{D \cdot I} = \frac{0,007 \times 0,013}{0,20 \times 0,0891} = 0,024 - \text{TABELA 14.5} \rightarrow \frac{y}{D} = 0,18$$

TABELA 14.7 → 0,2367

$$V = 0,229 \times \frac{0,2^{2/3} \times 0,0891^{1/2}}{0,013} = 1,80 \text{ m/s}$$

8.4 - CONCLUSÃO

REDE COLETORA DE ESGOTO 01 – DISTRITO INDUSTRIAL

- Os parâmetros estão dentro das velocidades práticas, conforme tabela anexa.

REDE COLETORA DE ESGOTO 02 – JARDIM HORTÊNCIA

- Velocidade mínima – Dentro dos parâmetros da tabela anexa.
- Velocidade máxima – Acima dos parâmetros, entretanto a adoção desta velocidade em trechos curtos não trará inconvenientes ao fluxo, a não ser ruídos, desde que seja inferior a 5m/s.

REDE COLETORA DE ESGOTO 03 – DOM PEDRO FINAL

- Velocidade mínima – Dentro dos parâmetros da tabela anexa.
- Velocidade máxima – Acima dos parâmetros, entretanto menor que 5m/s que é a velocidade crítica, aceitável.

9 - DIMENSIONAMENTO DAS REDES DE RECALQUE

9.1 - REDE DE RECALQUE 1 - DISTRITO INDUSTRIAL

Diâmetro adotado = Ø150mm
Vazão Total = 18 l/s

VERIFICAÇÃO DE VELOCIDADE

$$V = \frac{Q}{A} = \frac{0,018 \text{ m}^3/\text{s}}{0,0176} = 1,01 \text{ m/s}$$

9.2 - REDE DE RECALQUE 2 - JARDIM HORTÊNCIA

Diâmetro adotado = Ø150mm
Vazão Total = 14 l/s

VERIFICAÇÃO DE VELOCIDADE

$$V = \frac{Q}{A} = \frac{0,014 \text{ m}^3/\text{s}}{0,017} = 0,795 \text{ m/s}$$

9.3 - REDE DE RECALQUE 3 - DOM PEDRO FINAL

Diâmetro adotado = Ø300mm
Vazão Total = 74,39 l/s

VERIFICAÇÃO DE VELOCIDADE

$$V = \frac{Q}{A} = \frac{0,07439 \text{ m}^3/\text{s}}{0,070} = 1,063 \text{ m/s}$$

9.4 - CONCLUSÃO

Os recalques 1, 2 e final estão dentro dos valores práticos ilustrados em anexo.

O recalque 3 está pouco abaixo do valor recomendado, entretanto acima do 0,5 m/s que é mínimo para não deposição. Pode ser adotado sem problemas.

10 – DIMENSIONAMENTO DAS ESTAÇÕES ELEVATÓRIAS

10.1 – ESTAÇÃO ELEVATÓRIA JARDIM HORTÊNCIA

Vazão = 14,00 l/s

Partida a cada 8 min.

Diâmetro do poço = 2,0m

H útil do poço = 2,15m

10.2 – ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DISTRITO INDUSTRIAL

Vazão = 18 l/s

Partida a cada 8 min.

Diâmetro do poço = 2,5m

H útil do poço = 1,8m

10.3 – ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DOM PEDRO

Vazão = 74,39 l/s

Partida a cada 8 min.

Secção do poço (4x5) m

H útil do poço = 2,0m

11 – DIMENSIONAMENTO DAS BOMBAS

11.1 – ESTAÇÃO ELEVATÓRIA NOVA – SUPRIMIDA

Vazão = 5,5 l/s

H Manométrica = 28 m

KSB – KRT-K40-250/260 – 5HP.

11.2 – ESTAÇÃO ELEVATÓRIA JARDIM HORTÊNCIA

Vazão = 14 l/s

H Manométrica = 19 m

KSB – KRT-K100-251/220 – 10HP.

11.3 – ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DISTRITO INDUSTRIAL

Vazão = 18 l/s

H Manométrica = 11 m

KSB – KRT-K100-251/190 – 7HP.

11.4 – ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DOM PEDRO

Vazão = 74,39 l/s

H Manométrica = 18,2 m

XYLEN – NP 3171 MT 3~ 435