



Ministério da Integração Nacional

Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba

PERÍCIA, DIAGNÓSTICO E PROJETO DE CONCLUSÃO E
RECUPERAÇÃO DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE
ESGOTOS (ETE) DO MUNICÍPIO DE SENTO SÉ, NO ESTADO
DA BAHIA

CONTRATO Nº 0.057.00/2015

Relatório 2

PROJETO DE CONCLUSÃO E RECUPERAÇÃO

Maio/ 2016



PROJETO DE CONCLUSÃO E RECUPERAÇÃO DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTOS (ETE) DO MUNICÍPIO DE SENTO SÉ, BAHIA

Tomo II

EQUIPE TÉCNICA

Engenheira Civil Calculista – Helaine Lima Delboni

Engenheiro Civil – Hugo Brecht

EQUIPE DE APOIO

Engenheira Ambiental e Sanitarista – Marina Santos

Estagiário de Engenharia Ambiental e Sanitária – Ivan Souza

Engenheira Civil Orçamentista – Fernanda Lima

DELBONI ENGENHARIA: Rua Guajajaras, 910 – Sl.1002 – Belo Horizonte/MG – Fone (31) 30724115

FAHMA: Rua Paulo Afonso, 333 - Santo Antônio - Fone (31) 3245-0388 - Fax: (31) 3245-0398 - Belo Horizonte/MG

LISTA DE SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

EMBASA – Empresa Baiana de Águas e Saneamento S.A.

CODEVASF – Companhia de Desenvolvimento do Vale do Rio São Francisco

CHESF – Companhia Hidroelétrica do São Francisco

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

ETE – Estação de Tratamento de Esgotos

EEE – Estação Elevatória de Esgoto

SES – Sistema de Esgotamento Sanitário

DN – Diâmetro Nominal

DAFA – Digestor Anaeróbio de Fluxo Ascendente

PEAD – Polietileno de Alta Densidade

CERB – Companhia de Engenharia Rural da Bahia

PROÁGUA – Programa Nacional de Desenvolvimento dos Recursos Hídricos

SAAE – Serviço autônomo de Água e Esgoto

COPASA-MG – Companhia de Saneamento de Minas Gerais

FUNASA – Fundação Nacional de Saúde

ÍNDICE

1. APRESENTAÇÃO	13
2. INTRODUÇÃO	15
2.1. Diretrizes	15
3. JUSTIFICATIVAS PARA O REFORÇO ESTRUTURAL E A IMPERMEABILIZAÇÃO	16
3.1. Análise dos Resultados das Sondagens	16
3.2. Justificativa para o Reforço da Estrutura dos DAFA's	16
4. VERIFICAÇÃO DO DIMENSIONAMENTO POPULACIONAL	18
4.1. Justificativa para o Dimensionamento Populacional	18
4.2. Metodologia Atual Utilizada	18
4.3. Período de Alcance e População Atendida	18
4.4. Estudos Populacionais	19
4.4.1. Estudo das Projeções Populacionais	19
5. PARÂMETROS E CRITÉRIOS DE PROJETO	23
5.1. Considerações Preliminares	23
5.1.1. Coeficientes de Variação de Vazão e de Retorno	23
5.1.2. Caracterização do consumo per capita	23
5.1.3. Demanda Industrial	24
5.1.4. Índice de Atendimento	24
5.1.5. Taxa de Infiltração	24
5.1.6. Cálculo das Vazões de Projeto	24
5.2. População Atendida	25
6. DIMENSIONAMENTO DAS UNIDADES DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTOS	27
6.1. Características Básicas do Sistema de Tratamento de Esgotos	27
6.1.1. Dimensionamento dos DAFA's	28
6.1.2. Dimensionamento dos Leitos de Secagem	39
6.1.3. Dimensionamento da Disposição Final dos Resíduos	40
6.1.4. Dimensionamento das Lagoas	41
6.1.4.1. Lagoas Facultativas	41
6.1.4.2. Lagoas de Maturação	44

6.1.4.1.	Impermeabilização	46
6.1.5.	Infraestrutura de laboratório e Administração.....	47
6.1.5.1.	Sala Elétrica	47
6.1.6.	Queimador de Gás para os DAFA's.....	48
7.	DIMENSIONAMENTO DO CÁLCULO ESTRUTURAL DO DAFA	49
7.1.	Dimensionamento Estrutural da Extensão total do DAFA	49
7.1.1.	Relatório do Dimensionamento Estrutural da Extensão Total do DAFA.....	52
7.2.	Dimensionamento Estrutural de um Módulo do DAFA	54
7.2.1.	Relatório do Dimensionamento Estrutural de um Módulo do DAFA	57
7.3.	Justificativa para o Reforço da Estrutura dos DAFA's	58
7.4.	Resultado do Reforço da Estrutura do DAFA	61
7.4.1.	Memória de Cálculo.....	65
8.	RECUPERAÇÃO DE ÁREAS ERODIDAS	66
8.1.	Medidas de Controle de Erosão e de Estabilidade do Solo	66
8.1.1.	Estabilidade do Talude por Rip-Rap	67
8.2.	Técnica para a Recuperação dos Taludes.....	67
8.2.1.	Combate a Formigas e Cupins.....	68
8.2.2.	Plantio de Mudas	68
8.2.3.	Espécies Sugeridas para a Recomposição	69
8.2.4.	Manutenção	70
8.3.	Principais Parâmetros para a Recuperação do Solo Degradado	70
8.3.1.	Recuperação do Solo	70
8.4.	Principais Parâmetros para a Implantação da Revegetação.....	72
8.4.1.	Monitoramento.....	72
8.5.	Irrigação	72
9.	DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA DE DRENAGEM PLUVIAL	75
9.1.	Construção de Terraços e Sistema de Drenagem.....	75
9.2.	Nivelamento do Fundo de Vala	75
9.3.	Critérios e Parâmetros de Projeto	76
9.3.1.	Dimensionamento do Canal Aberto	76

DELBONI ENGENHARIA: Rua Guajajaras, 910 – Sl.1002 – Belo Horizonte/MG – Fone (31) 30724115

9.3.2.	Índice Pluviométrico	77
9.3.3.	Equação das Chuvas Intensas.....	78
9.3.4.	Tempo de Concentração (Tc)	79
9.3.5.	Tempo de Recorrência (T)	79
9.3.6.	Método Racional.....	79
9.3.7.	Dimensões e resistências dos Tubos de Concreto para Águas Pluviais	80
9.3.8.	Canal Aberto.....	82
10.	URBANIZAÇÃO	83
11.	FLUXOGRAMA SIMPLIFICADO DO FUNCIONAMENTO DO SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO.....	84
12.	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS – MANUAL DE MANUTENÇÃO, PRÉ-OPERAÇÃO E OPERAÇÃO DAS UNIDADES DO SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO.	85
12.1.	Descrição Sucinta da Concepção do Sistema de Esgotamento Sanitário	85
12.2.	Ramal predial	86
12.2.1.	Manutenção Preventiva e Corretiva.....	86
12.3.	Rede Coletora e Rede Interceptora	87
12.3.1.	Manutenção Preventiva e Corretiva.....	88
12.4.	Estação Elevatória e Linha de Recalque.....	90
12.4.1.	Operação	90
12.4.2.	Manutenção Preventiva e Corretiva.....	91
12.5.	DAFA	91
12.5.1.	Operação do DAFA	91
12.5.2.	Instruções detalhadas para a partida inicial do DAFA.....	93
12.5.2.1.	Partida e operação do DAFA	93
12.5.2.1.1.	Caracterização dos efluentes.....	93
12.5.2.1.2.	Produção de biogás.....	93
12.5.2.1.3.	Fatores Ambientais.....	94
12.5.2.1.4.	Controle analítico do reator	94
12.5.3.	Manutenção Preventiva e Corretiva.....	94
12.6.	Lagoas Facultativas e de Maturação.....	95
12.6.1.	Operação	95

DELBONI ENGENHARIA: Rua Guajaras, 910 – SI.1002 – Belo Horizonte/MG – Fone (31) 30724115

12.6.1.1. Equipe de Trabalho	96
12.6.2. Periodicidade de Monitoramento	97
12.6.2.1. Inspeção, Coletas e Medições	97
12.6.3. Instruções Detalhadas para as Partidas Iniciais das Lagoas Facultativas e de Maturação.....	99
12.6.3.1. Carregamento Inicial das Lagoas	99
12.6.3.2. Partida das Lagoas Facultativa e de Maturação	100
12.6.3.3. Partida de Sistemas de Lagoas em Série	101
12.6.4. Manutenção Preventiva e Corretiva	101
12.7. Emissário Final.....	105
12.7.1. Manutenção Preventiva e Corretiva.....	106
12.8. Resumo das Manutenções Preventivas das Unidades do Sistema de Esgotamento Sanitário	107
13. CUIDADOS NECESSÁRIOS PARA MANUTENÇÃO DA SEGURANÇA E HIGIENE DO TRABALHO	108
13.1. Programa de Segurança	108
13.2. Análise de Risco da Tarefa – ART.....	108
13.3. Equipamento de Proteção Individual	109
13.4. Transporte e Movimentação- Armazenagem e Manuseio de materiais	110
13.5. Máquinas e Equipamentos - Ferramentas Diversas	111
13.6. Ergonomia	113
13.7. Escavações	113
13.8. Estruturas metálicas.....	114
13.9. Operações de Solda e Corte a Quente	115
13.10. Escadas, Rampas e Passarelas	116
13.10.1. Escadas.....	116
13.10.2. Rampas e Passarelas.....	117
13.11. Movimentação de Materiais e Pessoas	117
13.12. Diagrama de Decisão e de Procedimentos dos Processos Operacionais nas Situações Normais e Emergenciais.....	118
13.12.1. Medidas de proteção contra quedas de altura	118

13.12.2.	Uso de tripés para entrada em poços de visita	119
13.12.3.	Acesso a poços de visita e outros ambientes confinados	119
13.12.4.	Proteção contra incêndios	120
13.12.5.	Procedimento em caso de emergência	121
13.12.6.	Sinalização de segurança	121
13.12.7.	Trabalhos com risco de afogamento	122
13.13.	Gerenciamento de Resíduos	122
13.13.1.	Classificação dos Resíduos	122
13.13.2.	Geração, Segregação e Proveniência dos Resíduos	123
13.14.	Procedimentos e Parâmetros para a Realização de Análises Laboratoriais de Controle	123
13.14.1.	Coleta das Amostras	124
13.14.2.	Segurança do Trabalho no Laboratório	125
13.14.3.	Material Infeccioso	125
13.14.4.	Produtos Corrosivos	126
13.14.5.	Limpeza do Material do Laboratório	126
13.14.5.1.	Materiais Utilizados no Laboratório	127
13.14.6.	Higiene Ambiental	127
13.14.7.	Higiene do Pessoal	127
13.14.8.	Ficha de Coleta	128
13.14.9.	Análises Físico-Químicas	128
14.	DIAGRAMA DE AÇÕES PARA EMERGÊNCIA E CONTINGÊNCIAS	134
15.	DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA ELÉTRICO DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTOS	135
15.1.	Objetivo	135
15.2.	Concepção Geral	135
15.2.1.	Características Gerais do Sistema	135
15.2.2.	Estação de Tratamento de Esgoto	136
15.2.2.1.	Automação do Sistema	136
15.2.2.2.	Bomba de Irrigação	137

15.3.	Lista de Materiais da Distribuição Externa de Energia.....	137
15.4.	Lista de Materiais da Casa de Controle.....	139
16.	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS - MANUAL DE MANUTENÇÃO, PRÉ-OPERAÇÃO E	
	OPERAÇÃO DO SISTEMA ELÉTRICO DA ETE.	141
16.1.	Especificação Técnica para Montagem e Execução das Instalações Elétricas	141
16.1.1.	Padrão de energia	141
16.1.2.	Eletrodutos.....	141
16.1.3.	Condutores elétricos.....	143
16.1.4.	Tomadas de energia elétrica.....	144
16.1.5.	Interruptores	144
16.1.6.	Luminárias	144
16.1.7.	Postes.....	145
16.1.8.	Reator	145
16.1.9.	Relé fotoelétrico.....	145
16.1.10.	Proteção De Estruturas Contra Descargas Atmosféricas (SPDA)	145
16.1.11.	Solda exotérmica	146
16.1.12.	Pré-operação	147
16.1.13.	Operação do sistema.....	147
16.1.14.	Escopo da montagem elétrica	148
16.2.	Especificação Técnica para Painéis de Baixa Tensão	149
16.2.1.	PARTE 1 – Informações técnicas gerais	149
16.2.1.1.	Objetivo	149
16.2.1.2.	Normas técnicas adotadas.....	149
16.2.1.3.	Instalação e condições ambientais de operação	149
16.2.1.4.	Acondicionamento e marcação.....	150
16.2.1.5.	Transporte, carga e descarga.....	151
16.2.1.6.	INSPEÇÃO E TESTES DURANTE A FABRICAÇÃO	151
16.2.1.7.	Documentação técnica.....	153
16.2.1.8.	Descrição e conteúdo dos desenhos e documentos.....	154
16.2.1.9.	Manual de Manutenção.....	158
16.2.1.10.	Garantia.....	160

DELBONI ENGENHARIA: Rua Guajaras, 910 – SI.1002 – Belo Horizonte/MG – Fone (31) 30724115

16.2.1.11. Assistência técnica.....	160
16.2.2. PARTE 2 – Especificações técnicas	160
16.2.2.1. Introdução.....	160
16.2.2.2. Condições gerais para o fornecimento	161
16.2.2.3. Local da instalação.....	161
16.2.2.4. Condições específicas para o fornecimento.....	162
16.2.2.5. Características construtivas do PBT.....	162
16.2.2.5.1. Tipo	162
16.2.2.5.2. Estrutura e chaparia	162
16.2.2.5.3. Parte frontal	162
16.2.2.5.4. Alças de levantamento	162
16.2.2.5.5. Base de fixação e chumbabores.....	162
16.2.2.5.6. Acesso dos cabos	163
16.2.2.5.7. Barramentos	163
16.2.2.5.8. Pintura.....	163
16.2.2.5.9. Fiação	164
16.2.2.5.10. Ventilação	166
16.2.2.5.11. Resistor de aquecimento.....	166
16.2.2.5.12. Iluminação e tomada	166
16.2.2.5.13. Aterramento	166
16.2.2.5.14. Placa de identificação.....	167
16.2.2.5.15. Porta documentos.....	167
16.2.2.5.16. Flange de passagem dos cabos de interligação	167
16.2.2.6. Características mínimas exigidas para componentes do PBT	168
16.2.2.6.1. Disjuntores Termomagnéticos	168
16.2.2.6.2. Contatores Magnéticos	168
16.2.2.6.3. Relé de Sobrecarga (Térmicos).....	169
16.2.2.6.4. Fusíveis	169
16.2.2.6.5. Transformadores de Corrente BT	169
16.2.2.6.6. Instrumentos de Medição	170
16.2.2.6.7. Dispositivos auxiliares	170
16.2.2.6.8. Proteções contra Sobreensões.....	171
16.2.2.7. Aceitação e rejeição do PBT.....	172
16.2.2.8. Requisitos gerais.....	172
16.2.2.8.1. Peças sobressaltantes	172
17. MEMÓRIA DOS QUANTITATIVOS	173

DELBONI ENGENHARIA: Rua Guajajaras, 910 – SI.1002 – Belo Horizonte/MG – Fone (31) 30724115

17.1.	Execução da Casa de Controle	173
17.1.1.	Memória de Cálculo.....	173
17.1.2.	Instalações Elétricas da Casa de Controle	174
17.1.3.	Instalações Elétricas da Área Externa da ETE	176
17.2.	Recuperação de Áreas Erodidas	177
17.2.1.	Memória de Cálculo.....	177
17.2.1.1.	Revegetação	177
17.2.1.2.	Rip-Rap	178
17.3.	Urbanização	179
17.3.1.	Memória de Cálculo.....	179
17.4.	Drenagem.....	180
17.4.1.	Memória de Cálculo.....	180
17.5.	Impermeabilização	180
17.5.1.	Memória de Cálculo.....	180
17.6.	Irrigação.....	180
17.6.1.	Memória de Cálculo.....	180
17.7.	DAFA	181
17.7.1.	Memória de Cálculo.....	181
18.	LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO REALIZADO NA ETE	183
18.1.	Execução do Levantamento Topográfico	183
19.	ENSAIOS DE CONCRETO.....	185
19.1.	Retirada dos Corpos de Prova de Concreto.....	186
19.2.	Resultado dos Ensaios de compressão	189
20.	ENSAIOS DE GEOTECNIA.....	190
20.1.	Resultado dos Ensaios de Geotecnia.....	196
21.	RESULTADOS DAS SONDAGENS	199
22.	ANEXOS.....	243
22.1.	Manual de Instalação do Queimador de Gás	243
22.2.	Especificações da Bomba.....	246
23.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	249

1. APRESENTAÇÃO

O presente trabalho visa à execução de Perícia, Diagnóstico e Projeto de Conclusão e Recuperação da Estação de Tratamento de Esgotos da Sede Urbana do Município de Sento Sé – BA.

O trabalho será apresentado em Tomos, com os seguintes Insumos:

Tomo I – Perícia técnica com diagnóstico

- Dados cadastrais e levantamentos de campo obtidos durante visita realizada em conjunto com a fiscalização da CODEVASF- BA;
- Análise do dimensionamento do sistema, até mesmo em função da condição atípica de ocupação e consequentemente geração de efluentes, a partir de um horizonte de projeto com uma taxa de 100% de atendimento;
- Dados populacionais e critérios de cálculo, Memorial Descritivo, análise dos Projetos Estruturais, Projetos Hidráulicos e Projetos Básicos e Executivos das Unidades da Estação de Tratamento de Esgotos, fornecidos pela CODEVASF;
- Diretrizes para a Recuperação de Área Degradada;
- Diagnóstico sobre a situação atual das estruturas físicas das Unidades das Estações de Tratamento de Esgotos e da infraestrutura interna da ETE, do Sistema de Drenagem, dos Taludes e da iluminação;
- Análises dos testes hidráulicos executados nas unidades de Tratamento de Esgotos.

13

Tomo II – Projeto de Conclusão e Recuperação

- Dimensionamento populacional, memorial descritivo, dimensionamento hidráulico e dimensionamento estrutural.
- Levantamentos topográficos semi-cadastrais realizados em Março/2016, para os cálculos de área do projeto de recuperação de área degradada e localização do sistema de drenagem pluvial;
- Critérios e Parâmetros de projetos para dimensionamento de sistemas de tratamento de efluentes – COPASA-MG, FUNASA;
- Relatórios dos furos de Sondagens, executados próximos as Unidades de Tratamento da Estação de Tratamento de Esgotos;
- Relatórios dos Ensaios de Rompimento dos corpos de prova, retirados dos Reatores a compressão, Unidades de Tratamento dos Esgotos da ETE de Sento Sé;
- Verificação do Dimensionamento Estrutural, espessura das paredes e lajes de fundo, cobrimentos e espaçamento das ferragens utilizadas, e diâmetros e comprimentos das ferragens;
- Apresentação de projetos de Recuperação Estrutural, Recomposição de Área Degradada, Ampliação no Sistema de Drenagem, Recomposição de taludes, dentro da Estação de Tratamento de Esgotos, caso necessário.

DELBONI ENGENHARIA: Rua Guajajaras, 910 – Sl.1002 – Belo Horizonte/MG – Fone (31) 30724115

- Todas as aferições e verificações serão feitas com base nas Normas da ABNT.

Tomo III– Orçamento

- Todos os projetos de Recuperação Estrutural, Recomposição de Área Degradada, Ampliação no Sistema de Drenagem, Recomposição de taludes, dentro da Estação de Tratamento de Esgotos, serão apresentados juntamente com planilha orçamentária.

2. INTRODUÇÃO

Tendo em vista os quesitos levantados no Tomo I, o Tomo II terá a realização e a execução dos projetos para a recuperação da Estação de Tratamento de Esgoto de Sento Sé, sob a contratação da CODEVASF-BA. Foi realizada a perícia e o diagnóstico da situação atual da ETE do município, e as informações levantadas nessas análises serão utilizadas para a elaboração dos projetos supracitados.

A contratação pela CODEVASF-BA foi realizada através do Contrato Nº 0.057.00/2015, que compreende os serviços de Perícia, Diagnóstico e Projeto de Conclusão e Recuperação da **Estação de Tratamento de Esgoto de Sento Sé**, Bahia, que está inoperante.

2.1. Diretrizes

O desenvolvimento do escopo contratado seguiu diretrizes fornecidas pela CODEVASF, tendo como base o levantamento de campo com a inspeção no local, e o acompanhamento da fiscalização da CODEVASF – BAHIA.

Com base no diagnóstico prévio, procurou-se conceber um projeto dentro das premissas do sistema de Esgotamento Sanitário, de adequação das instalações projetadas sob os aspectos técnicos, operacionais e estruturais. Para tanto, foi desenvolvido um estudo de concepção destas unidades para a verificação do perfeito funcionamento e do correto dimensionamento estrutural das unidades, onde foram abordadas as alternativas técnico-econômicas viáveis.

Em busca de soluções arrojadas, os trabalhos foram norteados pelas publicações recentes, que têm apresentado soluções bastante viáveis à implantação de sistemas de tratamento de esgoto. De acordo com Chernicharo, Haandel, Foreti e Cybis, os sistemas de tratamento de esgoto, devem conjugar os seguintes requisitos:

- Baixo custo de implantação;
- Elevada sustentabilidade do sistema, que se torne pouco dependente de energia elétrica, também, de peças e equipamentos de reposição;
- Simplicidade operacional, simplicidade de manutenção e controle;
- Baixo custo operacional;
- Adequada eficiência na remoção de poluentes;
- Baixo requisito de área;
- Flexibilidade em relação às futuras expansões e ao aumento de eficiência;
- Fluxograma simplificado de tratamento;
- Elevada vida útil;
- Possibilidade de recuperação de subprodutos;
- Existência de experiência prática.

3. JUSTIFICATIVAS PARA O REFORÇO ESTRUTURAL E A IMPERMEABILIZAÇÃO

3.1. Análise dos Resultados das Sondagens

Conforme o Resultado das Sondagens, no que se refere aos níveis de água, foram realizadas medições em 24h após a conclusão do furo, com valores variando de 1,30m e 2,20m nos furos SP-01 e SP-03, executados próximos a área dos DAFA's, em época de baixa incidência pluviométrica, no mês de Abril.

Os DAFA's existentes têm a profundidade de implantação de 1,80 m, atingindo o solo mais resistente e impenetrável, desta maneira houve a constatação que a água encontrada internamente, nos dois DAFA's, são provenientes do lençol freático. Isso evidencia a necessidade de uma impermeabilização interna nesta unidade de tratamento, evitando a contaminação dos efluentes durante o processo de tratamento destes.

Os resultados das Sondagens a Trado concha, executadas dentro das Lagoas Facultativas e de Maturação identificaram que o solo é composto em sua maioria por camadas de areia fina siltosa, cor amarelada e marrom, e com aproximadamente 60 cm de profundidade o solo se apresenta com muita umidade, composto por pedregulhos e matacões que dificultam a penetração do Trado, concluindo ser um solo muito poroso necessitando da impermeabilização nestas Lagoas, para evitar a contaminação dos efluentes em tratamento no lençol freático.

16

3.2. Justificativa para o Reforço da Estrutura dos DAFA's

O reforço da estrutura dos DAFA's se faz necessário, conforme a verificação dos dimensionamentos atuais destes (690cmx600cmx2830cm), do dimensionamento estrutural da fundação, das paredes externas e paredes internas, estruturas que se encontram subdimensionadas, para atender ao volume de efluentes a ser tratado, e considerando a esbeltes das estruturas atuais em relação à força de empuxo, provocada pela água do lençol freático, exercida sobre as estruturas empurrando toda unidade para cima, com isto teremos que ajustar o volume de concreto e aço, tornando a estrutura mais estável, evitando movimentações.

“Um corpo submerso em um fluido em equilíbrio, sofre a ação de uma força, denominada empuxo, a qual é vertical, para cima e a intensidade é igual a do peso do fluido deslocado.” (Princípio de Arquimedes).

Deve-se considerar também que, além do reforço estrutural devido ao empuxo, e ao volume de efluente a ser tratado, estas unidades apresentam as armaduras de aço, expostas em alguns pontos, microfissuras no concreto e o cobrimento incorreto do concreto em relação ao aço, conforme o meio agressivo de tratamento de efluentes de esgoto, especificações da norma NBR 6118:03, fazendo-se necessário o reforço estrutural das paredes externas e internas e da fundação, prezando a segurança e estabilidade da estrutura.

Conforme observado em visita a campo, foram executados cobrimentos irregulares nas armaduras dos DAFA's, variando em 30 mm, sendo o projeto especificado com 25 mm. Todos estes cobrimentos estão abaixo das especificações da NBR 6118:03, por ser um meio agressivo o mínimo de cobrimento teria que ser 45 mm, sendo adotado neste caso o cobrimento de 50 mm. Segue abaixo o Quadro 1 - item 3, que representa o cobrimento nominal determinado pela Classe de Agressividade Ambiental.

17

Quadro 1 - Correspondência entre Classe de agressividade ambiental e o cobrimento nominal para $\Delta c = 10$ mm

Tipo de estrutura	Componente ou elemento	Classe de agressividade ambiental (tabela 6.1)			
		I	II	III	IV ³⁾
		Cobrimento nominal mm			
Concreto armado	Laje ²⁾	20	25	35	45
	Viga/Pilar	25	30	40	50
Concreto protendido ¹⁾	Todos	30	35	45	55

¹⁾ Cobrimento nominal da armadura passiva que envolve a bainha ou os fios, cabos e cordoalhas, sempre superior ao especificado para o elemento de concreto armado, devido aos riscos de corrosão fragilizante sob tensão.

²⁾ Para a face superior de lajes e vigas que serão revestidas com argamassa de contrapiso, com revestimentos finais secos tipo carpete e madeira, com argamassa de revestimento e acabamento tais como pisos de elevado desempenho, pisos cerâmicos, pisos asfálticos e outros tantos, as exigências desta tabela podem ser substituídas por 7.4.7.5, respeitado um cobrimento nominal ≥ 15 mm.

³⁾ Nas faces inferiores de lajes e vigas de reservatórios, estações de tratamento de água e esgoto, condutos de esgoto, canaletas de efluentes e outras obras em ambientes química e intensamente agressivos, a armadura deve ter cobrimento nominal ≥ 45 mm.

Fonte: Norma ABNT NBR 6118:03

4. VERIFICAÇÃO DO DIMENSIONAMENTO POPULACIONAL

4.1. Justificativa para o Dimensionamento Populacional

Visto que o dimensionamento das unidades da estação de tratamento de esgoto do município de Sento Sé tem o horizonte de projeto até o ano de 2026, será realizado um novo dimensionamento com uma nova projeção populacional, verificando se as unidades de tratamento em questão atendem ao novo horizonte de projeto. Desta maneira, busca-se uma aproximação mais fiel da taxa de crescimento da população até o ano de 2036, para a qual será realizado um novo dimensionamento hidráulico do sistema. Esse novo dimensionamento será fundamental para verificar o funcionamento das unidades que compõem o sistema da Estação de Tratamento de Esgoto de Sento Sé.

4.2. Metodologia Atual Utilizada

No projeto atual, foi adotado um crescimento populacional baseado nos dados históricos do IBGE, levando em conta os censos demográficos de 1996 até 2010. Dessa maneira, foi considerada uma população urbana de 21.679 habitantes na sede urbana de Sento Sé em 2010, e a partir desse valor foi estimado o crescimento da população desta sede urbana em 2036. A taxa de crescimento populacional da sede urbana reduziu de **3,28%** para **2,30%** entre os anos de 1996/2000 e 2000/2010. A partir disso, foi realizada a estimativa para o horizonte de projeto estabelecido, a uma taxa de crescimento para os anos seguintes de **1,99%** ao ano.

18

4.3. Período de Alcance e População Atendida

A estimativa da população, para efeito de projeto, foi baseada na população urbana conforme os censos demográficos de 1996 até 2010, de acordo com a coleta de dados realizada pelo IBGE. O período de alcance do projeto foi fixado em 20 anos, com início em 2016 e final em 2036.

Depois de definido o período de alcance do projeto, foi realizada a projeção populacional, de acordo com as fórmulas dos crescimentos Geométricos, Aritmético, e Decrescente, que são empregados pelo IBGE para projeção das populações.

4.4. Estudos Populacionais

A avaliação confiável da população de projeto é um dos parâmetros mais importantes a serem considerados, pois está diretamente ligada à demanda da avaliação das unidades de tratamento de esgoto da Estação de Tratamento de Esgoto do município de Sento Sé, objeto do presente trabalho.

Na avaliação da população devem ser considerados dois itens fundamentais: a população atual da área de abrangência e a evolução desta mesma população ao longo do alcance de projeto.

4.4.1. Estudo das Projeções Populacionais

Ao avaliar a projeção de uma população, deve-se levantar qual fato melhor representa a situação atual e como este pode interferir nas tendências ou situações futuras.

No caso específico do Município de Sento Sé, não há nenhum atrativo significativo que possa mudar a tendência atual, logo, a evolução futura da população deverá continuar ocorrendo somente com base na taxa do crescimento de 1,99% ao ano. Não foram identificados no Município quaisquer acontecimentos que possam gerar população temporária ou flutuante.

19

Tabela 1 - Indicadores demográficos do projeto atual para Sento Sé

Indicadores demográficos	População Urbana	População Rural	Total Geral
População em 1996 por estimativa	15.175	15.094	30.269
População em 2000 por situação de domicílio	17.264	15.197	32.461
População em 2010 por situação de domicílio	21.679	15.746	37.425
População em 2015 por estimativa	24.002	17.462	41.464

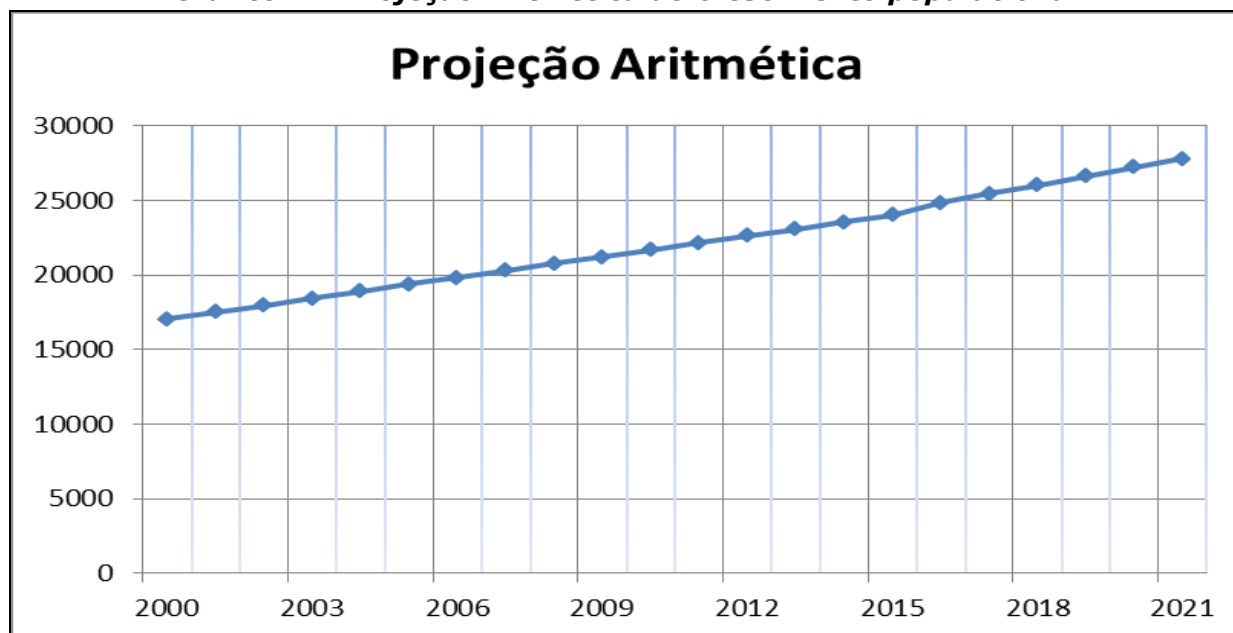
FONTE: IBGE, Censo Demográfico, Bahia, 2010 e estimativa 2015.

A partir do Censo Demográfico de 2010 e a estimativa de crescimento da população para 2015, elaborou-se um estudo pelos métodos Aritmético, Geométrico e Decrescente para verificar a caracterização do crescimento populacional urbano do município, conforme apresentado na tabela a seguir:

Tabela 2 - Caracterização do projeto atual do crescimento populacional urbano do município

Ano	População		
	Aritmético	Geométrico	Decrescente
2016	24853	25260	27703
2017	25426	25912	29025
2018	26011	26580	30459
2019	26610	27266	32015
2020	27224	27970	33704
2021	27766	28692	35535
2022	28319	29432	37521
2023	28884	30192	39677
2024	29460	30971	42014
2025	30047	31770	44551
2026	30646	32590	47302
2027	31256	33431	50287
2028	31879	34293	53525
2029	32515	35178	57038
2030	33163	36086	60849
2031	33824	37017	64983
2032	34498	37973	69467
2033	35185	38952	74333
2034	35887	39958	79611
2035	36602	40989	85336
2036	37331	42047	91547

Gráfico 1 – Projeção Aritmética do crescimento populacional



O método que foi utilizado para a caracterização do crescimento populacional da sede urbana do município de Sento Sé, é o método Aritmético, tendo um crescimento de 1,99% ao ano, para a evolução populacional com um horizonte de 20 anos.

Gráfico 2 – Projeção Geométrica do crescimento populacional

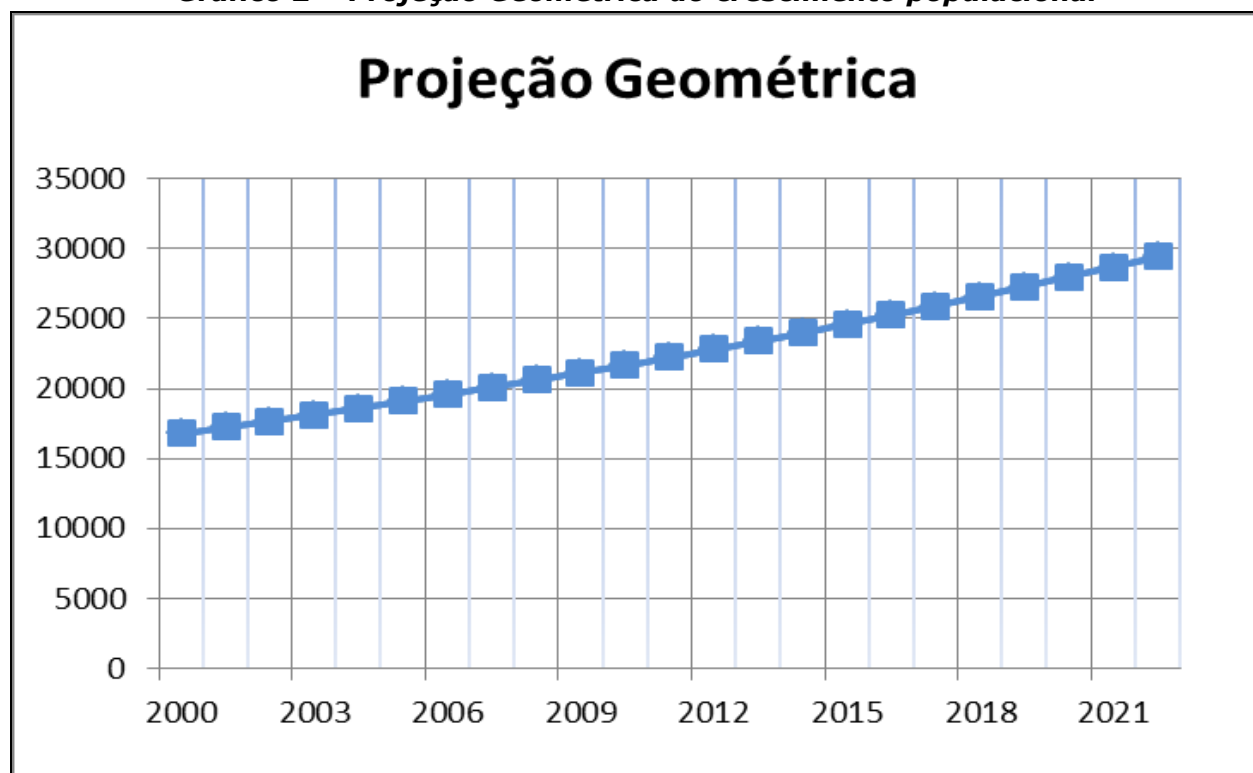


Gráfico representando o método de evolução populacional Geométrico.

Gráfico 3 – Projeção Decrescente do crescimento populacional

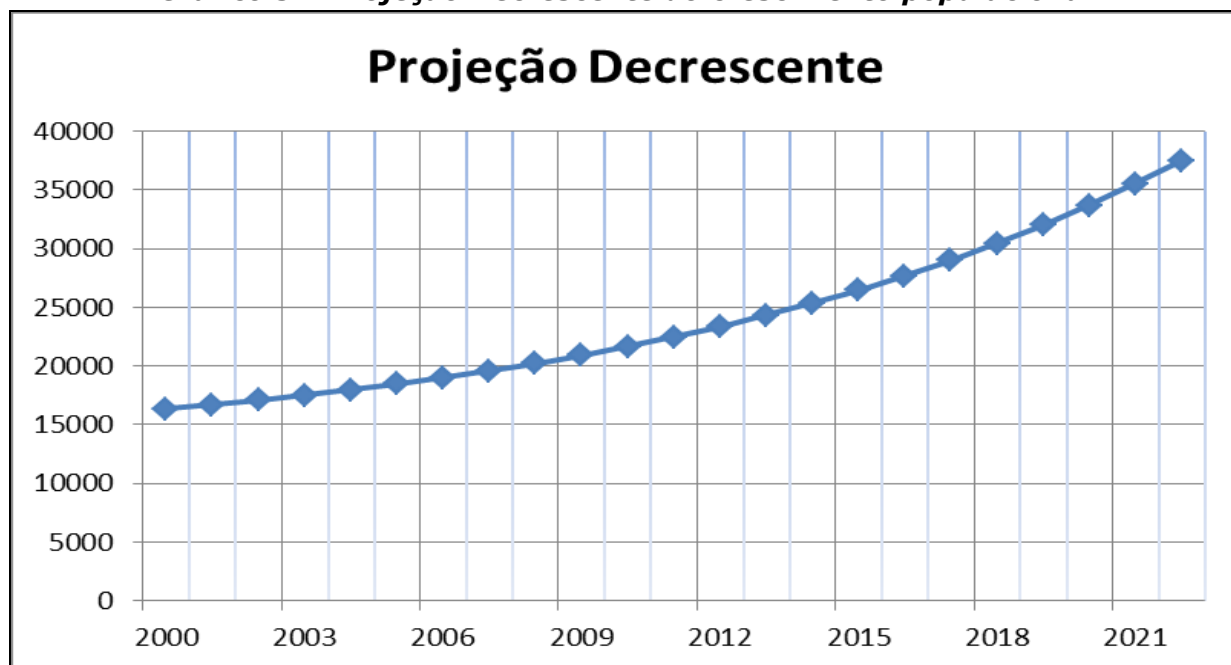
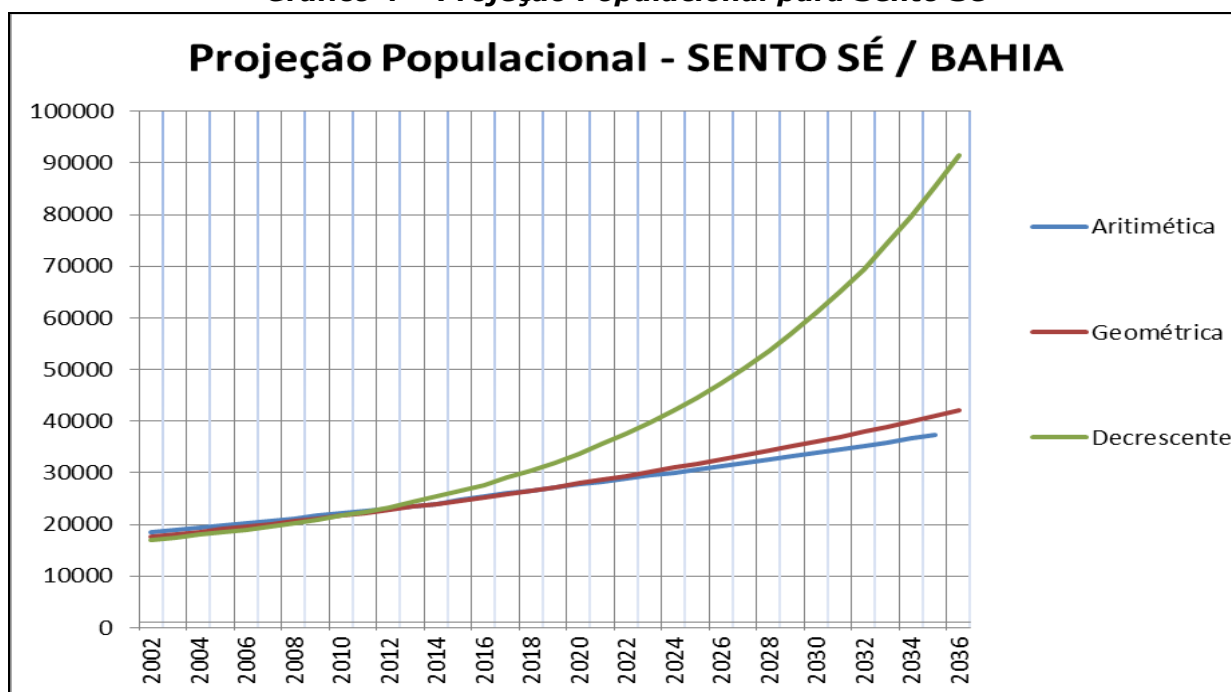


Gráfico representando o método de evolução populacional Decrescente.

Gráfico 4 – Projeção Populacional para Sento Sé



Pela tendência de crescimento populacional apresentada, o cálculo do dimensionamento de ETE do município será baseado nos valores populacionais calculados pelo método Aritmético.

5. PARÂMETROS E CRITÉRIOS DE PROJETO

5.1. Considerações Preliminares

No levantamento de parâmetros a serem adotados, deve ser necessariamente observando a realidade local em suas diversas dimensões - física, social, econômica, política e cultural, não perdendo de vista princípios fundamentais, como: visão integral do saneamento, universalização, equidade e participação comunitária, sob o risco de insucesso das intervenções.

Apesar das recomendações das Normas Técnicas da ABNT serem demasiadamente conservadoras na definição de alguns parâmetros, não podemos fugir das suas prescrições, para o dimensionamento hidráulico da sede urbana de Sento Sé.

5.1.1. Coeficientes de Variação de Vazão e de Retorno

Por não dispor de dados específicos sobre a localidade, os valores adotados para estes coeficientes foram os definidos nas Normas Técnicas da ABNT. Estes são valores usuais adotados em projetos de sistemas semelhantes e que encontram suporte na bibliografia especializada.

- Coeficiente relativo ao consumo máximo diárioK1 = 1,2
- Coeficiente relativo ao consumo máximo horárioK2 = 1,5
- Coeficiente relativo à vazão mínima.....K3 = 0,5
- Coeficiente de retorno Kr = 0,8
- Consumo de água per capitaq=120 l/hab.dia

5.1.2. Caracterização do consumo per capita

A partir da população estimada, o consumo *per capita* da cidade de Sento Sé foi definido a partir das diretrizes estabelecidas pelo Programa PROÁGUA do Governo Federal, também utilizadas pela CERB (Companhia de Engenharia Rural da Bahia) e pela EMBASA (Empresa Baiana de Águas e Saneamento). Este programa estabelece o seguinte:

“...deve-se utilizar os valores de consumo médio “per capita” entre 60 e 120 l/hab.dia para localidades com população inferior a 4.000 habitantes e de 150 l/hab.dia para localidades mais populosas.”

DELBONI ENGENHARIA: Rua Guajajaras, 910 – SI.1002 – Belo Horizonte/MG – Fone (31) 30724115

FAHMA: Rua Paulo Afonso, 333 - Santo Antônio - Fone (31) 3245-0388 - Fax: (31) 3245-0398 - Belo Horizonte/MG

Considerando o índice de perdas de água a ser alcançado de 20% (meta estabelecida pela concessionária baiana) o consumo per capita efetivo adotado para a cidade será de 120l/hab.dia, coerente para cidades do mesmo porte.

5.1.3. Demanda Industrial

A Sede Urbana de Sento Sé não possui atualmente atividade industrial, do ponto de vista sanitário. De maneira geral as unidades existentes têm a sua contribuição de esgotos considerada na quota per capita utilizada. Sob o ponto de vista ambiental não apresentam potencial poluidor, chegando-se à conclusão de que não é necessária a previsão de demanda industrial em separado.

5.1.4. Índice de Atendimento

A análise da condição local revela que, a partir da profundidade mínima, a maioria dos imóveis podem se ligar à rede coletora de esgoto e posteriormente aos interceptores. Espera-se um nível de ligações de 100% para final de plano.

24

5.1.5. Taxa de Infiltração

Para a Taxa de Infiltração, a Norma da ABNT recomenda a adoção de um valor entre 0,1 e 1,0 L/s.km. Para a cidade será adotado o valor de 1,0 L/s.km. Além disso, a vazão de infiltração não poderá ultrapassar 25% da vazão média de final de plano.

5.1.6. Cálculo das Vazões de Projeto

As vazões de projeto foram calculadas com auxílio das seguintes expressões:

$$Q_{\text{máx.}} = \frac{P \times Q_{\text{pc}} \times K_1 \times K_2 \times K_r + Q_i + Q_{\text{ind}}}{86.400}$$

$$Q_{\text{méd.}} = \frac{P \times Q_{\text{pc}} \times K_r + Q_i + Q_{\text{ind}}}{86.400}$$

$$Q_{\text{mín.}} = \frac{P \times Q_{\text{pc}} \times K_3 \times K_r + Q_i + Q_{\text{ind}}}{86.400}$$

$$Q_i = L \times T_i$$

Onde:

$Q_{\text{mín.}}$ = vazão contribuinte mínima (l/s)

$Q_{\text{méd.}}$ = vazão contribuinte média (l/s)

$Q_{\text{máx.}}$ = vazão contribuinte máxima (l/s)

P = população atendida (hab)

Q_{pc} = coeficiente per capita (l/hab x dia)

K_1 = coeficiente do dia de maior consumo

K_2 = coeficiente da hora de maior consumo

K_3 = coeficiente de vazão mínima

K_r = coeficiente de retorno água/esgoto

Q_i = vazão de infiltração (l/s)

L = extensão de rede da bacia (Km)

T_i = coeficiente de infiltração (l/s x Km)

Q_{ind} = vazão industrial (l/s)

25

5.2. População Atendida

A população diretamente beneficiada pelo projeto corresponde àquela residente na sede urbana do Município, com a seguinte avaliação populacional:

Diretrizes para o desenvolvimento do projeto:

- Início de plano de projeto (2016) – 24.853 habitantes
- Fim de plano de projeto (2036) – 37.331 habitantes
- Alcance de Projeto – 20 anos

De acordo com os cálculos populacionais e a demanda *per capita* já estabelecida, foram definidos os seguintes valores para as demandas de vazão do município:

Tabela 3 - Valores do projeto atual das demandas de esgoto de Sento Sé

DELBONI ENGENHARIA (31)30724115		PREFEITURA MUNICIPAL DE SENTO SÉ SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO QUADRO 1.1 - PROJEÇÃO DAS VAZÕES										DISTRITO: SENTO SÉ		FOLHA: 1	
												SUB-BACIA: SENTO SÉ		DATA: MARÇO/2016	
Alance	Ano	Pop. total (hab)	Nível de atendimento (%)	Pop. atendida (hab)	Per capita (l/hab x dia)	Vazão doméstica (l/s)			Vazão infilt. (l/s)	Vazão total (l/s)					
						Mínima	Média	Máxima		Mínima	Média	Máxima			
1	2016	24.853	100	24.853	120	13,81	27,61	51,78	6,00	19,81	33,61	57,78			
2	2017	25.426	100	25.426	120	14,13	28,25	52,97	6,00	20,13	34,25	58,97			
3	2018	26.011	100	26.011	120	14,45	28,90	54,19	6,00	20,45	34,90	60,19			
4	2019	26.610	100	26.610	120	14,78	29,57	55,44	6,00	20,78	35,57	61,44			
5	2020	27.224	100	27.224	120	15,12	30,25	56,72	6,00	21,12	36,25	62,72			
6	2021	27.766	100	27.766	120	15,43	30,85	57,85	6,00	21,43	36,85	63,85			
7	2022	28.319	100	28.319	120	15,73	31,47	59,00	6,00	21,73	37,47	65,00			
8	2023	28.884	100	28.884	120	16,05	32,09	60,18	6,00	22,05	38,09	66,18			
9	2024	29.460	100	29.460	120	16,37	32,73	61,38	6,00	22,37	38,73	67,38			
10	2025	30.047	100	30.047	120	16,69	33,39	62,60	6,00	22,69	39,39	68,60			
11	2026	30.646	100	30.646	120	17,03	34,05	63,85	6,00	23,03	40,05	69,85			
12	2027	31.256	100	31.256	120	17,36	34,73	65,12	6,00	23,36	40,73	71,12			
13	2028	31.879	100	31.879	120	17,71	35,42	66,41	6,00	23,71	41,42	72,41			
13	2029	32.515	100	32.515	120	18,06	36,13	67,74	6,00	24,06	42,13	73,74			
14	2030	33.163	100	33.163	120	18,42	36,85	69,09	6,00	24,42	42,85	75,09			
15	2031	33.824	100	33.824	120	18,79	37,58	70,47	6,00	24,79	43,58	76,47			
16	2032	34.498	100	34.498	120	19,17	38,33	71,87	6,00	25,17	44,33	77,87			
17	2033	35.185	100	35.185	120	19,55	39,09	73,30	6,00	25,55	45,09	79,30			
18	2034	35.887	100	35.887	120	19,94	39,87	74,76	6,00	25,94	45,87	80,76			
19	2035	36.602	100	36.602	120	20,33	40,67	76,25	6,00	26,33	46,67	82,25			
20	2036	37.331	100	37.331	120	20,74	41,48	77,77	6,00	26,74	47,48	83,80			
Taxa de Crescimento		1996-2000 2001-2010 2011-2036	3,28% 2,30% 1,99%	Taxa de infiltração - 0,05 l/s.km a 1,00 l/s.km (NBR 9649) Taxa de infiltração - 1,0 l/s.km											

6. DIMENSIONAMENTO DAS UNIDADES DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTOS

6.1. Características Básicas do Sistema de Tratamento de Esgotos

Os critérios e parâmetros utilizados para o dimensionamento da unidade de tratamento foram definidos com base na NBR-12209/92, e em bibliografias especializadas. Os cálculos realizados para os dimensionamentos estão discriminados nas tabelas que seguem.

Conforme definido, o sistema de esgotos da sede urbana de Sento Sé, contará com uma única Estação de Tratamento de Esgoto, a ser implantada na margem direita do Rio São Francisco, no estado da Bahia.

A Estação de Tratamento deverá tratar os esgotos a nível secundário, sendo constituída das seguintes unidades:

- Digestores Anaeróbios;
- Leitos de Secagem;
- Lagoas Facultativas;
- Lagoas de Maturação;
- Disposição do lodo nos taludes como fertilizante e no em aterro controlado.

Assim, o início de operação da ETE se dará em duas etapas, atendendo as seguintes demandas:

Ano 2.016 (início primeira etapa).....	24.853 hab.
Ano 2.025 (início segunda etapa).....	30.047 hab.
Ano 2.036 (fim da segunda etapa)	37.331 hab.

6.1.1. Dimensionamento dos DAFA's

De acordo com a verificação dos cálculos realizados, os DAFA's deverão ter dimensões conforme a variação do número de habitantes ao longo do horizonte de projeto.

Verificação do dimensionamento dos DAFA's, com o reforço estrutural:

- | | |
|--|-----------------------------------|
| • Início de plano de projeto (2016) – | 24.853 habitantes |
| • Fim de plano de projeto (2036) – | 37.331 habitantes |
| • Dimensão do Módulo Externo– | 700 cm x 600 cm x 700 cm |
| • Dimensão do Módulo Interno - | 660 cm x 540 cm x 660 cm |
| • Dimensão do DAFA Externa– | 700 cm x 600 cm x 2.700 cm |
| • Dimensão do DAFA Interno- | 660 cm x 540 cm x 2660 cm |
| • Total de unidades no início de plano – | 1 unidades com 4 módulos internos |
| • Total de unidades no final de plano – | 2 unidades com 8 módulos internos |
| • Alcance de Projeto – | 20 anos |

PROJETO EXECUTIVO DO SISTEMA DE TRATAMENTO
MUNICÍPIO DE SENTO SÉ - BAHIA
ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTOS - ETE
DIGESTOR ANAERÓBIO - DAFA (UASB)

CARACTERÍSTICAS DOS EFLUENTES

ANO	VAZÃO DOMÉSTICA (l/s)			VAZÃO INFIL. (l/s)	VAZÃO INDUST. (l/s)	VAZÃO TOTAL (l/s) (com infiltração)			POPULAÇÃO
	Mínima	Média	Máxima			Mínima	Média	Máxima	
Início 2016	14,38	28,77	51,78	6,00	0,00	20,38	34,77	57,78	24.853
1ª Etapa 2025	17,39	34,78	62,60	6,00	0,00	23,39	40,79	68,60	30.047
Final 2036	21,61	43,22	77,80	6,00	0,00	27,61	49,22	83,80	37.331

Coefficiente do dia de maior consumo (K1) 1,20

Coefficiente da hora de maior consumo (K2) 1,50

∴ Vazões

	Com Infiltração				Sem Infiltração			
* Q _{máx} =	83,80	l/s	301,68	m ³ /h	77,80	l/s	280,08	m ³ /h
Q _{méd} =	49,22	l/s	177,20	m ³ /h	43,22	l/s	155,60	m ³ /h

∴ Dados

Reatores a implantar em Início de Plano	1
Reatores a implantar em Final de Plano	1
Número final de reatores -DAFA(N)	2
Número de reatores por módulo	4
População por DAFA em Início de Plano	24.853
População por DAFA em 1ª Etapa	30.047
População por DAFA em Final de Plano	18.666
Carga DBO per capita	54,0 gDBO/hab x dia
Concentração do DBO afluente (S _o)	
S _o =	População (hab) x Carga DBO per capita (g DBO/hab x dia) x 1000 86400
em Início de Plano	446,78 mgDBO/l ==>>> 0,447 kgDBO/m ³
em 1ª Etapa	460,42 mgDBO/l ==>>> 0,460 kgDBO/m ³
em Final de Plano	474,01 mgDBO/l ==>>> 0,474 kgDBO/m ³
Relação entre DQO/DBO (entre 1,7 a 2,4)	1,7

Concentração do DQO afluente (S_o)													
em Início de Plano	759,53	mgDQO/l =>>>	0,760	kgDQO/m ³									
em 1ª Etapa	782,71	mgDQO/l =>>>	0,783	kgDQO/m ³									
em Final de Plano	805,82	mgDQO/l =>>>	0,806	kgDQO/m ³									
Coeficiente de produção de sólidos (Y) *		0,18	kg SST / kg DQO _{apl}										
Coeficiente de produção de sólidos, em termos de DQO (Y_{obs})		0,21	kg DQO _{lodo} / kg DQO _{apl}										
Concentração esperada do lodo de descarte		4,0%											
Densidade do lodo		1.020	kg / m ³										
* - Os valores de Y reportados para o tratamento de esgotos domésticos são da ordem de 0,10 a 0,20 kg SST / kgDQO _{apl}													
DIMENSIONAMENTO DO REATOR													
- Cálculo da carga afluente média de DQO (Lo)													
$Lo = S_o \times Q_{méd}$													
Onde	$Q_{méd} = \text{Vazão média (m}^3/\text{dia)}$												
	$S_o = \text{Concentração de DQO afluente}$												
<table border="1"> <tr> <th colspan="3">Lo (kg DQO/dia)</th> </tr> <tr> <td>2.016</td> <td>2.025</td> <td>2.036</td> </tr> <tr> <td>2.281,51</td> <td>2.758,31</td> <td>3.426,99</td> </tr> </table>					Lo (kg DQO/dia)			2.016	2.025	2.036	2.281,51	2.758,31	3.426,99
Lo (kg DQO/dia)													
2.016	2.025	2.036											
2.281,51	2.758,31	3.426,99											
- Tempo de detenção hidráulica para $Q_{média}$ (TDH)		8,00	h										
Para esgotos domésticos com temperatura em torno de 20°C, é recomendável um tempo de detenção hidráulica da ordem de 8 a 10 horas para a vazão média, e não inferior a 4 horas para a vazão máxima.													
- Determinação do volume total do reator													
$V = Q_{méd} \times TDH$	=>>>	$V =$	177,20	m ³ /h x 8,00 h									
$V =$	1.417,60	m ³											
- Volume de cada reator													
$V_u = \frac{V}{N}$	=>>>	$V_u =$	1.417,60	/ 2,00									
=>>>	$V_u =$	708,80	m ³										
- Adoção da Altura do Reator (H)		4,70	m										
As alturas dos reatores para tratamento de esgotos domésticos devem estar compreendidas entre 4,0 e 5,0 m, assim distribuídas:													
.. altura do compartimento de decantação : 1,5 a 2,0 m													
.. altura do compartimento de digestão : 2,5 a 3,5 m													

- Área de cada reator

$$A = \frac{V_u}{H} \quad \Rightarrow A = 708,80 / 4,70$$

$$\Rightarrow A = 150,81 \text{ m}^2$$

Dimensões sugeridas para seção retangular

.. Comprimento: 14,18
.. Largura: 10,64

Para seção quadrada será adotada a seguinte dimensão:

.. Lado: 7,00 m

Área de cada reator 49,00 m²

- Verificação dos parâmetros adotados

.. Área Total Corrigida (A_t) 98,00 m²
.. Volume Total Corrigido (V_t) 460,60 m³
.. Tempo de detenção hidráulico corrigido (TDH_t)

Etapa Vazão	Início 2.016	1ª Etapa 2.025	Final 2.036
* Q _{méd}	1,84	1,57	2,60
* Q _{máx}	1,11	0,93	1,53

* Vazões com infiltração

- Cargas Aplicadas

.. Carga Orgânica Volumétrica

$$COV = \frac{Q_{máx} \cdot hor \cdot S_o}{V}$$

Onde: COV = carga orgânica volumétrica (kgDQO/m³ x dia)
Q_{máx hor} = vazão (m³ / dia)
S_o = concentração de substrato afluente (kgDQO/m³)
V = volume total do reator (m³)

$$COV = \frac{7240,32 \times 0,806}{460,60}$$

$$COV = 12,67 \text{ kgDQO/m}^3 \text{ x dia}$$

.. Carga Hidráulica Volumétrica

$$CHV = \frac{Q_{máx hor}}{V}$$

Onde: CHV = carga hidráulica volumétrica (m³ / m³ x dia)
Q_{máx hor} = vazão (m³ / dia)
V = volume total do reator (m³)

$$CHV = \frac{7240,32}{460,60} \quad CHV = 15,72 \text{ m}^3 / \text{m}^3 \text{ x dia}$$

- Velocidades Superficiais

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

Onde: v = velocidade ascensional (m / h)

Q = vazão (m³ / h)

A = área da seção transversal do reator (m²)

v (m/h)			
Vazão	2.016	2.025	2.036
Q _{méd}	2,55	3,00	1,81
Q _{máx}	4,25	5,04	3,08

Recomenda-se as seguintes velocidades superficiais quando os efluentes são esgotos domésticos:

Vazão Afluente	Velocidade Superficial (m/h)
Vazão Média	0,5 - 0,7
Vazão Máxima	0,9 - 1,1
Picos Temporários *	< 1,5

* Picos de vazão com duração entre 2 e 4 horas

∴ Tubulação de Entrada

Para a determinação do número de tubos de entrada de efluente para a alimentação do processo, deve-se observar a proporção de 01 (um) tubo para cada 04 (quatro) metros quadrados, no máximo, adotando-se preferencialmente a cada 03 (três) metros quadrados.

Este cuidado deve ser tomado a fim de se evitar o fluxo preferencial no leito de lodo, o que prejudicaria o processo pela inadequada mistura substrato - lodo.

.. Área de fundo da unidade (m ²)	49,00	
.. Número de tubos (1 tubo / 3 m ²)	16,33	
.. Número de tubos adotado	6	
.. Vazão média por tubo (l/s)	6,98	
.. Diâmetro da tubulação (DN)	100	
.. Velocidade na tubulação (m/s)	0,89	
.. Altura máxima do NA sobre o vértice do vertedor triangular (triângulo retângulo) (cm)	12,00	cm
- Câmara de Chedaga no UASB		
.. Largura do vertedor adotado	30	cm
.. Diâmetro interno da câmara de distribuição	57	cm
.. Diâmetro externo (largura) da câmara de distribuição	250	cm

∴ Eficiência

- Na remoção de DQO

$$E_{DQO} = 100 \times \left(1 - 0,68 \times TDH^{0,35} \right) \quad (\text{CHERNICHARO 1997})$$

Onde:

E_{DQO} = eficiência em termos de remoção de DQO (%)

TDH = tempo de detenção hidráulica para vazão média (h)

0,68 = constante empírica

0,35 = constante empírica

E _{DQO} (%)		
2.016	2.025	2.036
45,07%	41,91%	51,32%

- Na remoção de DBO

$$E_{DBO} = 100 \times (1 - 0,70 \times TDH^{0,50}) \quad (\text{CHERNICHARO 1997})$$

Onde:

E_{DBO} = eficiência em termos de remoção de DBO (%)

TDH = tempo de detenção hidráulica para vazão média (h)

0,70 = constante empírica

0,50 = constante empírica

E _{DBO} (%)			
Tipo	2.016	2.025	2.036
Teórico	48,40%	44,11%	56,58%
Adotato	70,00%	70,00%	70,00%

- Concentração de DQO e de DBO no efluente final

$$S = S_o - \frac{E \times S_o}{100}$$

Onde:

S = Concentração de DQO ou de DBO efluente (mg/l)

S_o = Concentração de DQO ou de DBO afluente (mg/l)

E = eficiência de remoção de DQO ou de DBO

S (mg/l)			
Tipo	2.016	2.025	2.036
DQO	417,22	454,67	392,23
DBO	134,03	138,13	142,20

- Na remoção de Coliforme

.. Coeficiente de decaimento bacteriano - K_b

$$K_b = 2,60 \times (1,19^{t-20})$$

Onde:

K_b = Coeficiente de decaimento bacteriano (dias⁻¹)

t = temperatura crítica admissível (°C) 25

(25 - 20)

$$K_b = 2,60 \times 1,19$$

$$K_b = 6,20 \text{ d}^{-1}$$

$$E = 1 - \left(\frac{1}{1 + K_b \times T} \right)$$

Onde:

E = Eficiência (%)

K_b = Coeficiente de decaimento bacteriano (dias⁻¹)

T = tempo de detenção (dias)

E (%)			
Tipo	2.016	2.025	2.036
Teórico	32,24%	28,85%	40,19%
Adotado	30,00%	30,00%	30,00%

∴ Produção de Biogás

A produção teórica de metano no sistema de tratamento pode ser estimada a partir das seguintes equações:

$$Q_{CH_4} = \frac{DQO_{CH_4}}{K(t)}$$

Onde: Q_{CH_4} = produção volumétrica de metano (m³ / dia)

DQO_{CH_4} = parcela de DQO convertida em gás metano (kg DQO / dia)

$K(t)$ = fator de correção para a temperatura operacional do reator (kgDQO / m³)

.. Determinação da parcela de DQO convertida em gás metano

$$DQO_{CH_4} = Q_{méd} \times [(S_0 - S) - Y_{obs} \times S_0]$$

Onde:

DQO_{CH_4} = parcela de DQO convertida em gás metano (kg DQO / dia)

$Q_{méd}$ = vazão (m³ / dia)

S_0 = concentração de DQO afluente (kgDQO/m³)

S = concentração de DQO efluente (kgDQO/m³)

Y_{obs} = coef. de produção de sólidos no sistema, em termos de DQO (kgDQO_{lodo}/KgDQO_{apl})

$$DQO_{CH_4} = 4252,8 \times [(0,806 - 0,392) - (0,210 \times 0,806)]$$

$$DQO_{CH_4} = 1039 \text{ kgDQO/dia}$$

.. Fator de correção da temperatura operacional do reator

$$K(t) = \frac{P \times K}{R \times (273 + t)}$$

Onde:

K = COD correspondente a um mol de CH₄ 64 g DQO / mol

P = pressão atmosférica 1 atm

R = Constante dos gases 0,08206 atm.L/mol.°K

t = temperatura operacional do reator 25 °C

$$K(25) = \frac{1}{0,08206} \times \left(\frac{273}{25} + 64 \right)$$

$$K(25) = 2,617 \text{ kg DQO / m}^3$$

Aplicados estes valores na formula inicial temos:

$$Q_{CH4} = \frac{1039}{2,617}$$

$$Q_{CH4} = 397,019 \text{ m}^3/\text{dia}$$

- Produção de biogás

Uma vez determinada a produção de metano, pode-se estimar a produção total de biogás a partir do teor esperado de metano. Para o caso do tratamento de esgotos domésticos, os teores de metano no biogás são geralmente da ordem de 70 a 80%.

. Percentual de gás metano no biogás 70,0%

$$Q_{\text{biogás}} = 567,17 \text{ m}^3/\text{dia}$$

- Tubulação

Será adotada uma velocidade média de escoamento abaixo de 3,6 m/s a fim de impedir o arraste dos líquidos condensados, evitando, assim, possíveis danos nos medidores e sobretudo reduzindo as perdas de carga.

- Seção da tubulação condutora

$$A = \frac{\text{Produção de biogás (m}^3/\text{dia)} \times 10^6}{3,60 \text{ (m/s)} \times 86.400}$$

Nº de Reatores	Área Necessária (mm²)	Diâmetro (mm)		
		Necessário	Adotado	
1	911,73	34,07	25 /	1 "
2	1.823,46	48,18	50 /	2 "
3	2.735,19	59,01	65 /	2 1/2 "
4	3.646,93	68,14	50 /	2 "
8	7.293,85	96,37	75 /	2 1/2 "

∴ Compartimento de decantação

No projeto, deverão ser levadas em conta as seguintes diretrizes básicas:

- instalação de defletores, localizados imediatamente abaixo das aberturas para o decantador, de forma a permitir a separação do biogás e propiciar que apenas o líquido e os sólidos adentrem ao compartimento de sedimentação. Estes defletores devem ter um trespasse mínimo de 10 a 15 cm em relação a abertura para o decantador;
- execução das paredes do compartimento de decantação com inclinações sempre superiores a 45°. Idealmente, devem ser adotadas inclinações iguais ou superiores a 50°;

- adoção da profundidade do compartimento de decantação na faixa de 1,5 a 2,0 m;
- taxas de aplicação superficial e tempo de detenção hidráulica no compartimento de decantação de acordo com o quadro abaixo.

Vazão Afluente	Taxa de aplicação superficial (m/h)	Tempo de detenção hidráulica (h)
Vazão Média	0,6 - 0,8	1,5 - 2,0
Vazão Máxima	< 1,2	> 1,0
Picos Temporários *	< 1,6	> 0,6

* Picos de vazão com duração entre 2 e 4 horas

. Volume do compartimento de decantação

.. Da área triangular

Inclinação das placas (graus)	50
Altura do triângulo (m)	1,50
Largura do triângulo (m)	1,26
Área da seção triangular (m ²)	0,95
Comprimento médio (m) (5,74) x 4 =>	22,96
Volume da parte triangular (m ³)	21,81

.. Da parte superior

Altura da parte superior (m)	0,15
Área (m ²)	0,19
Volume da parte superior (m ³)	4,36

.. Da calha de recolhimento

Largura da Calha (inclusive parede) (m)	0,30
Altura da Calha (inclusive laje) (m)	0,40
Comprimento médio da calha (m)	6,70
Volume da calha (m ³)	3,22

..Volume por reator (m³) 22,95

..Volume Total (m³) 45,90

..Tempo de detenção:

	T (h)		
Vazão	2.016	2.025	2.036
Q _{méd}	0,18	0,16	0,26
Q _{máx}	0,11	0,09	0,15

. Comprimento do decantador de cada UASB (C _d)	22,96	m
. Comprimento total de decantadores (C _t)	45,92	m
. Largura útil de cada decantador (L _d)	1,26	m
. Área total de decantadores		

$$A_d = C_t \times L_d$$

$$A_d = 57,86 \quad m^2$$

. Taxa de aplicação superficial nos decantadores (v_d)

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

v _d (m/h)			
Vazão	2.016	2.025	2.036
Q _{méd}	4,33	5,08	3,06
Q _{máx}	7,19	8,54	5,21

- Abertura para admissão do esgoto no decantador

. Comprimento de cada abertura (C _a)	6,40	m
. Comprimento equivalente de aberturas simples (C _t).....	51,20	m
. Largura de cada abertura (L _a)	0,60	m
. Projeção horizontal da abertura	0,39	m

. Área total das aberturas

$$A_t = C_t \times L_a$$

$$A_t = 30,72 \quad m^2$$

. Velocidade através das aberturas (v_a)

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

v _a (m/h)			
Vazão	2.016	2.025	2.036
Q _{méd}	8,15	9,56	5,77
Q _{máx}	13,54	16,08	9,82

Recomenda-se as seguintes velocidades nas aberturas para o decantador :

Vazão Afluente	Velocidade (m/h)
Vazão Média	< 2,0 - 2,3
Vazão Máxima	< 4,0 - 4,2
Picos Temporários *	< 5,6 - 6,0

* Picos de vazão com duração entre 2 e 4 horas

. Vertedor de Saída

.. Perímetro do Vertedor	25,60	m
--------------------------------	-------	---

.. Tipo do Vertedor	em V	
.. Características do Vertedor		
... Largura do Rasgo	0,30	m
... Largura do Dente	0,08	m
.. Número de Entalhes	67	un
.. Vazão por Entalhe	0,37	l/ s
.. Carga Hidráulica sobre o Vertedor		
$Q = 1,40 \times H^{5/2}$		
Onde		
... Q = vazão	0,00037	m ³ / s
... H = carga sobre o vertedor	0,048	m
∴ Produção de Lodo		
$P_{lodo} = Y \times L_o$		
Onde:		
P _{lodo}	= produção de sólidos no sistema (kgSSt / dia)	
Y	= coeficiente de sólidos no sistema (kgSST / kgDQO _{apl})	
L _o	= carga de DQO afluente ao sistema (kgDQO / dia)	
P _{lodo}	=	0,18 x 3427
P _{lodo}	=	616,86 kgSST / dia
- Produção Volumétrica		
$V_{lodo} = \frac{P_{lodo}}{\gamma \times C}$		
Onde:		
V _{lodo}	= produção volumétrica de lodo (m ³ / dia)	
P _{lodo}	= produção de sólidos no sistema (kgSSt / dia)	
γ	= densidade do lodo (usualmente da ordem de 1020 a 1040 kg/m ³)	
C	= concentração do lodo (%)	
V _{lodo}	=	$\frac{616,86}{1020,00 \times 0,04}$
V _{lodo}	=	15,12 m ³ / dia

Nota – As dimensões analisadas correspondem às dimensões reais verificadas “in loco” das unidades dos DAFA’s, obtendo em todos os parâmetros de análise dos cálculos resultados dentro da margem de trabalhabilidade com a eficiência para o tratamento dos Efluentes de 70% na remoção de DBO no final de plano.

6.1.2. Dimensionamento dos Leitos de Secagem

De acordo com a verificação dos cálculos realizados, os leitos de secagem deverão ter dimensões conforme a variação do número de habitantes ao longo do horizonte de projeto.

Verificação do dimensionamento dos leitos de secagem:

- Início de plano de projeto (2016) – 24.853 habitantes
- Fim de plano de projeto (2036) – 37.331 habitantes
- Dimensão unitária – 400 cm x 900 cm
- Total de unidades no início de plano – 4 unidades
- Total de unidades no final de plano – 8 unidades
- Alcance de Projeto – 20 anos

PROJETO EXECUTIVO DO SISTEMA DE TRATAMENTO MUNICÍPIO DE SENTO SÉ - BAHIA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTOS - ETE LEITO DE SECAGEM				
LEITOS DE SECAGEM				
.. Período de descarte	7	dias		
.. Lodo produzido diário (P_{lodo})	616,86	kgSST / dia		
.. Produtividade do leito de secagem	15,00	kgSST / m ² dia		
.. Área mínima dos leitos de secagem	287,87	m ²		
.. Fator de segurança para definição da área final	0%			
.. Área final dos leitos de secagem	287,87	m ²		
.. Célula de secagem				
. Número de célula				
. Em Início de Plano	4,00			
. Em Final de Plano	8,00			
. Área necessária de cada célula	35,98	m ²		
. Dimensões adotadas	4,00	x	9,00	m
. Área final	288,00	m ²		

6.1.3. Dimensionamento da Disposição Final dos Resíduos

De acordo com a verificação dos cálculos realizados, os leitos de secagem deverão ter dimensões conforme a variação do número de habitantes ao longo do horizonte de projeto.

Verificação do dimensionamento dos leitos de secagem:

- Início de plano de projeto (2016) – 24.853 habitantes
- Fim de plano de projeto (2036) – 37.331 habitantes
- Alcance de Projeto – 20 anos
- Volume de lodo seco diário produzido – 0,60 m³/dia
- Volume de lodo úmido diário produzido – 2,42 m³/dia

PROJETO EXECUTIVO DO SISTEMA DE TRATAMENTO MUNICIPIO DE SENTO SÉ - BAHIA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTOS - ETE DISPOSIÇÃO FINAL DOS RESÍDUOS				
.. Lodo produzido diário (P _{lodo})				
• No DAFA	616,86	kgSST / dia		
.. Umidade no lodo descartado	75%			
.. Volume de lodo produzido diário (seco)				
• No DAFA	0,60	m ³ /dia		
.. Volume de lodo produzido diário (com umidade)	2,42	m ³ /dia		
- Sólidos totais (anual)	906,64	m ³ /ano		
- Dimensionamentos das Valas				
- Sólidos Grosseiros / Areia				
.. Período de operação do aterro.....	10	anos		
.. Altura das valas	1,80	m		
.. Largura das valas	1,00	m		
.. Espaçamento entre valas	0,50	m		
.. Volume por metro linear de vala				
... Altura da camada de sólidos	0,30	m		
... Altura da camada de aterro	0,15	m		
... Número de camadas por vala	4,00	camadas		

... Volume efetivo de sólidos por metro linear de vala	1,20	m ³ /m	
.. Área efetiva de aterro	197,37	m ²	
.. Área total de aterro necessária	296,06	m ²	
- Lodo			
.. Período de operação do aterro.....	10	anos	
.. Altura das valas	2,00	m	
.. Largura das valas	2,00	m	
.. Espaçamento entre valas	0,50	m	
.. Volume por metro linear de vala			
... Altura da camada de sólidos	0,30	m	
... Altura da camada de aterro	0,15	m	
... Número de camadas por vala	4,44	camadas	
... Volume efetivo de sólidos por metro linear de vala	2,67	m ³ /m	
.. Área efetiva de aterro	6.622	m ²	
.. Área total de aterro necessária	8.278	m ²	

6.1.4. Dimensionamento das Lagoas

6.1.4.1. Lagoas Facultativas

41

De acordo com a verificação dos cálculos realizados, as lagoas facultativas deverão ter dimensões conforme a variação do número de habitantes ao longo do horizonte de projeto.

Verificação do dimensionamento das lagoas facultativas:

- Início de plano de projeto (2016) – 24.853 habitantes
- Fim de plano de projeto (2036) – 37.331 habitantes
- Dimensão unitária da área útil – 55 m x 115 m
- Total de unidades no início de plano – 1 unidades
- Total de unidades no final de plano – 2 unidades
- Alcance de Projeto – 20 anos

PROJETO EXECUTIVO DO SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO
ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTOS - LAGOA FACULTATIVA
ETE - SENTO SÉ/BA

ANO	VAZÃO DOMÉSTICA (l/s)			VAZÃO (l/s)		VAZÃO TOTAL (l/s)			POPULAÇÃO (hab)
	Mínima	Média	Máxima	INFILT.	INDUST.	Mínima	Média	Máxima	
2.016	14,38	28,77	51,78	6,00	0,00	20,38	34,77	57,78	24.853
2.025	17,39	34,78	62,60	6,00	0,00	23,39	40,78	68,60	30.047
2.036	21,61	43,22	77,80	6,00	0,00	27,61	49,22	83,80	37.331

Coeficiente do dia de maior consumo (K1)	1,20
Coeficiente da hora de maior consumo (K2)	1,50
DBO5 (g / hab x dia)	54,0
Coeficiente de redução de DBO no reator anaeróbio	
Em 1ª. etapa	70,0%
Em 2ª. etapa	70,0%
Coeficiente de redução de Coliformes no reator anaeróbio	
Em 1ª. etapa	30,0%
Em 2ª. etapa	30,0%

Sistema de Tratamento composto de lagoa facultativa

LAGOA FACULTATIVA

Nº. de módulos	
Em 1ª. etapa	1
Em 2ª. etapa	0
Número total de módulos	1
Nº. de lagoas em Sparalelo	
Em 1ª. etapa	1
Em 2ª. etapa	1
Número total de lagoas em série	2
Temperatura critica admissível	25 (°C)
Profundidade da lamina d'água	2,00 (m)
Inclinação de talude interno 1 / 1	63,00 (grau)
Inclinação de talude externo 1 / 2,0	27,00 (grau)
Área da lamina d'água total	
Em 1ª. etapa	0,633 (ha)
Em 2ª. etapa	1,265 (ha)
Área da lamina d'água por lagoa	0,633 (ha)

DBO Afluente

· Carga org.inicial x (1-Coef.de red.trat.primario)

Em 1ª etapa	486,76	(Kg/dia)
Em 2ª etapa	604,76	(Kg/dia)

Taxa Orgânica Afluente

· $\frac{\text{DBO5 Afluente (Kg / dia)}}{\text{Área Lâmina d' água (ha)}}$

Em 1ª etapa	769,58	(Kg / dia x ha)
Em 2ª etapa	478,07	(Kg / dia x ha)

Volume útil

· Área a meia seção (m²) x Prof. Lamina d'água (m)

Área a meia seção em 1ª etapa	0,62	ha
Área a meia seção em 2ª etapa	1,24	ha

Em 1ª etapa	12308	(m ³)
Em 2ª etapa	24815	(m ³)

Tempo de detenção

· $\frac{\text{Vol. útil (m}^3\text{)}}{\text{Q}_{\text{média}} \text{ (m}^3\text{ / dia)}}$

Em 1ª etapa	3,49	(dia)
Em 2ª etapa	5,84	(dia)

DBO no Afluente da Lagoa

· $\frac{\text{DBO5(Kg/dia) x 1.000.000}}{\text{Q}_{\text{média}} \text{ (m}^3\text{/dia)}}$

Em 1ª etapa	138,16	(mg/l)
Em 2ª etapa	142,20	(mg/l)

Eficiência da Lagoa para remoção de DBO:

· $\frac{(0.725 \times \text{Tx. Org. (Kg / dia x ha) }) + 10.75}{\text{Tx. Org. (Kg / dia x ha)}}$

Em 1ª etapa	73,90%	(%)
Em 2ª etapa	74,75%	(%)

43

DBO no Efluente

· DBO Afl. (mg/l) - (DBO Afl (mg/l) x Ef. remoção DBO)

Em 1ª etapa	36,06	(mg / l)
Em 2ª etapa	35,91	(mg / l)

Eficiência da Lagoa para remoção de coliforme:

· $K_b = 2,60 \times (1,19^{t-20})$

Onde:

K_b = Coeficiente de decaimento bacteriano (dias⁻¹)

t = temperatura critica admissivel (°C)

Coeficiente de decaimento bacteriano - Kb 6,20 (Kb)

· $E = 1 - \frac{1}{(1 + K_b \times t/n)^n}$

Remoção em 1ª etapa na Lagoa Facultativa	95,59%	(%)
Remoção em 2ª etapa na Lagoa Facultativa	99,73%	(%)

Nota – As dimensões analisadas correspondem às dimensões reais verificadas “in loco” das unidades das Lagoas Facultativas, obtendo em todos os parâmetros de análise dos cálculos resultados dentro da margem de trabalhabilidade com a eficiência para o tratamento dos Efluentes de 99,73% no final de plano.

6.1.4.2. Lagoas de Maturação

De acordo com a verificação dos cálculos realizados, as lagoas de maturação deverão ter dimensões conforme a variação do número de habitantes ao longo do horizonte de projeto.

Verificação do dimensionamento das lagoas de maturação:

- Início de plano de projeto (2016) – 24.853 habitantes
- Fim de plano de projeto (2036) – 37.331 habitantes
- Dimensão unitária da área útil – 57 m x 145 m
- Área superficial de cada lagoa – 8.265 m²
- Total de unidades no início de plano – 1 unidades
- Total de unidades no final de plano – 2 unidades
- Alcance de Projeto – 20 anos

PROJETO EXECUTIVO DO SISTEMA DE TRATAMENTO DE ESGOTO
ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTOS - LAGOA DE MATURAÇÃO
ETE - SENTO SÉ/BA

1.	CARACTERÍSTICAS DOS EFLUENTES (ANO 2016)				
	Vazão mínima (L/s):	20,38			
	Vazão média (L/s):	34,77			
	Vazão máxima (L/s):	57,78			
	Temperatura (°C)	25			
	Concentração de CF (org/100mL).....	1,00E+07		(adotado)	
2.	LAGOA DE MATURAÇÃO				
2.1	Cálculo do volume requerido				
	Número de lagoas em paralelo	2			
	Tempo de detenção hidráulica para cada lagoa (dias)	5		(adotado)	
	Tempo de detenção hidráulica total (dias)	10			
	Volume requerido de cada lagoa (m³)	15.021			
2.2	Dimensões das lagoas				
	Profundidade (m)	2			
	Área superficial de cada lagoa (m²)	7.511			
	Área superficial total das duas lagoas (m²)	15.021			
	Relação L/B	2,8		(adotado)	
	Comprimento (m)	145,00			
	Largura (m)	57,00			
	Área superficial (m²)	8.265			
	Área superficial total das duas lagoas (m²)	16.530			
	NA máximo (m)	1,50			
	NA mínimo (m)	1,10			
2.3	Eficiência de remoção global				
	Coeficiente K_b (d ⁻¹)	0,23			
	Coeficiente K_b corrigido para a T= 18,1°C (d ⁻¹)	0,32			
	Concentração de CF efluente da 1ª lagoa (org/100mL)	2,95E+06			
	Eficiência de remoção da primeira lagoa (%)	70,47			
	Eficiência de remoção da série de lagoas (%)	91,28			
	Concentração de CF efluente final (org/100mL)	8,72E+05			

Nota – As dimensões analisadas correspondem às dimensões reais verificadas “in loco” das unidades das Lagoas de Maturação, obtendo em todos os parâmetros de análise dos cálculos resultados dentro da margem de trabalhabilidade com a eficiência para o tratamento dos Efluentes de 91,28% no final de plano.

DELBONI ENGENHARIA: Rua Guajajaras, 910 – Sl.1002 – Belo Horizonte/MG – Fone (31) 30724115

6.1.4.1. Impermeabilização

As lagoas serão impermeabilizadas com mantas de PEAD, e a tabela que segue apresenta os quantitativos que serão considerados para este processo. Vale ressaltar que, para a medição da área impermeabilizada, leva-se em conta a inclinação dos taludes da lagoa e considera-se um metro adicional de cada lado.

Lagoa	Medidas das Lagoas	Quantidade	Área total da manta de PEAD
Facultativa	121m X 60m	02	36.441,30m ²
Maturação	149m X 60m	02	

Memoria de Cálculo -

- A área de cada lagoa facultativa é de:

$$(121\text{m} \times 60\text{m}) + (1\text{m} \times 121\text{m} \times 2 \text{ lados}) + (1\text{m} \times 60\text{m} \times 2 \text{ lados}) = 7.622 \text{ m}^2$$

- A área de cada lagoa de maturação é de:

$$(149\text{m} \times 60\text{m}) + (1\text{m} \times 149\text{m} \times 2 \text{ lados}) + (1\text{m} \times 60\text{m} \times 2 \text{ lados}) = 9.358 \text{ m}^2$$

Sendo utilizado para a impermeabilização dos taludes um adicional de 2.481,30 m²

6.1.5. Infraestrutura de laboratório e Administração

A ETE contará com uma Casa de Controle, na qual haverá um escritório, uma copa, banheiros, sala elétrica e um laboratório para análises de amostras dos efluentes, conforme mostrado na planta baixa a seguir.

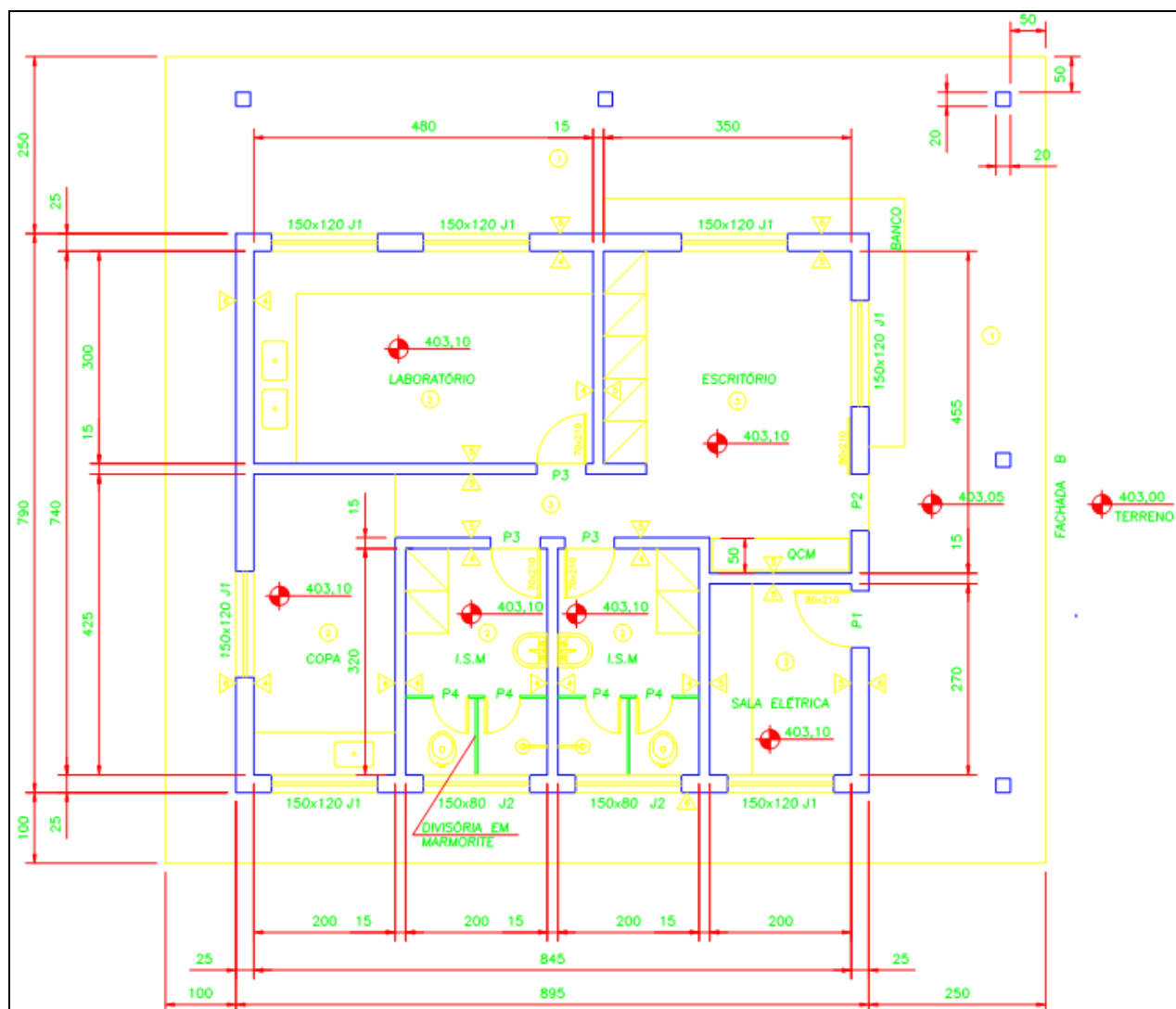


Figura 1 - Planta baixa da Casa de Operação

6.1.5.1. Sala Elétrica

A sala elétrica da casa de controle terá dispositivos para o controle de todos os equipamentos da ETE, incluindo a iluminação. Dentre estes dispositivos, destacam-se:

- Quadro de distribuição de circuitos elétricos;
- Quadro geral de baixa tensão;
- Luminária de sobrepor à prova de gases, vapores e pós com 02 lâmpadas fluorescentes tubulares.

DELBONI ENGENHARIA: Rua Guajajaras, 910 – SI.1002 – Belo Horizonte/MG – Fone (31) 30724115

6.1.6. Queimador de Gás para os DAFA's

O queimador de gás é um dispositivo realizado na queima do gás metano (CH_4), produzido nos digestores anaeróbios, DAFA's. O produto serve para eliminar de forma limpa, o biogás originado da decomposição anaeróbica de massa orgânica, ou seja, a produção de gases durante a fase de tratamento, gerado pelas bactérias que degradam a matéria orgânica do esgoto. Desta forma, o biogás é encaminhado para o Queimador e esse processo o transforma num gás menos problemático para o efeito estufa. O Queimador não permite que o gás captado nas lonas seja lançado bruto na atmosfera.

Para evitar que os gases provenientes da reação anaeróbia do tratamento de esgoto atinjam a atmosfera, sugere-se a instalação do Queimador de Gás em cada saída de ventilação na parte superior dos DAFA's, de acordo com as especificações técnicas no **Anexo**.

7. DIMENSIONAMENTO DO CÁLCULO ESTRUTURAL DO DAFA

O dimensionamento do cálculo estrutural dos digestores anaeróbios, DAFA's, foi feito utilizando o software AutoCAIXA, para projetos de reservatório em concreto armado. O sistema utilizado pela DynamicCAD para proteção do AutoCAIXA é o sistema Hand-Prot da empresa mineira Squadra Tecnologia. Este sistema não utiliza proteções físicas, apenas a aplicação via software.

Foram analisados os cálculos das dimensões dos módulos dentro dos DAFA's e das dimensões externas totais, optando sempre pela pior situação encontrada nos calculo para o reforço estrutural. Apresentamos as duas situações para demonstrarmos a metodologia de trabalho e a análise das interpretações dos resultados nas dimensões externas dos DAFA's atualmente (690 cm x 600 cm x 2830 cm).

7.1. Dimensionamento Estrutural da Extensão total do DAFA

- Dimensão do DAFA Externa— 690 cm x 600 cm x 2.830 cm

49

Geometria	Cargas	Momentos	Armaduras	Consumo
Largura do Reservatório	a =	28,3 m		
Comprimento da base	b =	7 m		
Altura da base	h =	6 m		
Altura do nível d'água interno	hn =	4,8 m		
Volume total	Vt =	1188,6 m ³		
Volume útil	Vu =	919,09 m ³		
Espessura da tampa	e(t) =	0,31 m	Alterar e(t)	
Espessura das paredes	e(p) =	0,21 m	Alterar e(p)	
Espessura do fundo	e(f) =	0,68 m	Alterar e(f)	
Altura do terreno exterior	ht =	1,8 m		
Atura do nível d'água do lençol	hna =	1,3 m		

Diagrama de Corte Horizontal: Mostra a largura 'a' e o comprimento 'b' da base do reservatório.

Diagrama de Corte Vertical: Mostra a altura total 'h', a altura do nível d'água interno 'ha', e as espessuras da tampa 'et', das paredes 'ep' e do fundo 'ef'.

Figura 2 - Cálculos do dimensionamento estrutural: Geometria

Geometria	Cargas	Momentos	Armaduras	Consumo
<p>Sobrecarga na tampa A = <input type="text" value="-100"/> kgf/m²</p> <p>Carregamento (Interno) nas paredes B = <input type="text" value="4800"/> kgf/m²</p> <p>Carregamento (Interno) no fundo C = <input type="text" value="4800"/> kgf/m²</p> <p>Reação no fundo D = <input type="text" value="-1863"/> kgf/m²</p> <p>Empuxo devido ao solo E = <input type="text" value="-861"/> kgf/m²</p> <p>Empuxo devido a água F = <input type="text" value="-845"/> kgf/m²</p> <p>Subpressão no fundo do Reservatório G = <input type="text" value="-1300"/> kgf/m²</p>				
		<p>Caixa Cheia - Corte Vertical</p>	<p>Caixa Cheia - Corte Horizontal</p>	
		<p>Caixa Vazia - Corte Vertical</p>	<p>Caixa Vazia - Corte Horizontal</p>	

Figura 3 - Cálculos do dimensionamento estrutural: Cargas

Geometria	Cargas	Momentos	Armaduras	Consumo																												
<p>Reservatório Armado em Duas Direções</p> <p>Tampa</p> <table> <tr> <td>Mxt</td> <td><input type="text" value="-310,08"/> kgfm</td> <td>Xxt</td> <td><input type="text" value="-217,77"/> kgfm</td> </tr> <tr> <td>Myt</td> <td><input type="text" value="-5068,18"/> kgfm</td> <td>Xyt</td> <td><input type="text" value="-3559,45"/> kgfm</td> </tr> </table> <p>Paredes</p> <table> <tr> <td>Mxp1</td> <td><input type="text" value="-56,68"/> kgfm</td> <td>Mxp2</td> <td><input type="text" value="-529,59"/> kgfm</td> </tr> <tr> <td>Myp1</td> <td><input type="text" value="-1261,01"/> kgfm</td> <td>Myp2</td> <td><input type="text" value="-720,83"/> kgfm</td> </tr> <tr> <td>Xxp1</td> <td><input type="text" value="-114,79"/> kgfm</td> <td>Xxp2</td> <td><input type="text" value="-1220,96"/> kgfm</td> </tr> </table> <p>Fundo</p> <table> <tr> <td>Mxf</td> <td><input type="text" value="-1120,9"/> kgfm</td> <td>Xxf</td> <td><input type="text" value="-787,22"/> kgfm</td> </tr> <tr> <td>Myf</td> <td><input type="text" value="-18320,7"/> kgfm</td> <td>Xyf</td> <td><input type="text" value="-12866,9"/> kgfm</td> </tr> </table>					Mxt	<input type="text" value="-310,08"/> kgfm	Xxt	<input type="text" value="-217,77"/> kgfm	Myt	<input type="text" value="-5068,18"/> kgfm	Xyt	<input type="text" value="-3559,45"/> kgfm	Mxp1	<input type="text" value="-56,68"/> kgfm	Mxp2	<input type="text" value="-529,59"/> kgfm	Myp1	<input type="text" value="-1261,01"/> kgfm	Myp2	<input type="text" value="-720,83"/> kgfm	Xxp1	<input type="text" value="-114,79"/> kgfm	Xxp2	<input type="text" value="-1220,96"/> kgfm	Mxf	<input type="text" value="-1120,9"/> kgfm	Xxf	<input type="text" value="-787,22"/> kgfm	Myf	<input type="text" value="-18320,7"/> kgfm	Xyf	<input type="text" value="-12866,9"/> kgfm
Mxt	<input type="text" value="-310,08"/> kgfm	Xxt	<input type="text" value="-217,77"/> kgfm																													
Myt	<input type="text" value="-5068,18"/> kgfm	Xyt	<input type="text" value="-3559,45"/> kgfm																													
Mxp1	<input type="text" value="-56,68"/> kgfm	Mxp2	<input type="text" value="-529,59"/> kgfm																													
Myp1	<input type="text" value="-1261,01"/> kgfm	Myp2	<input type="text" value="-720,83"/> kgfm																													
Xxp1	<input type="text" value="-114,79"/> kgfm	Xxp2	<input type="text" value="-1220,96"/> kgfm																													
Mxf	<input type="text" value="-1120,9"/> kgfm	Xxf	<input type="text" value="-787,22"/> kgfm																													
Myf	<input type="text" value="-18320,7"/> kgfm	Xyf	<input type="text" value="-12866,9"/> kgfm																													
		<p>Cheio</p> <p>Vazio</p>																														

Figura 4 - Cálculos do dimensionamento estrutural: Momentos

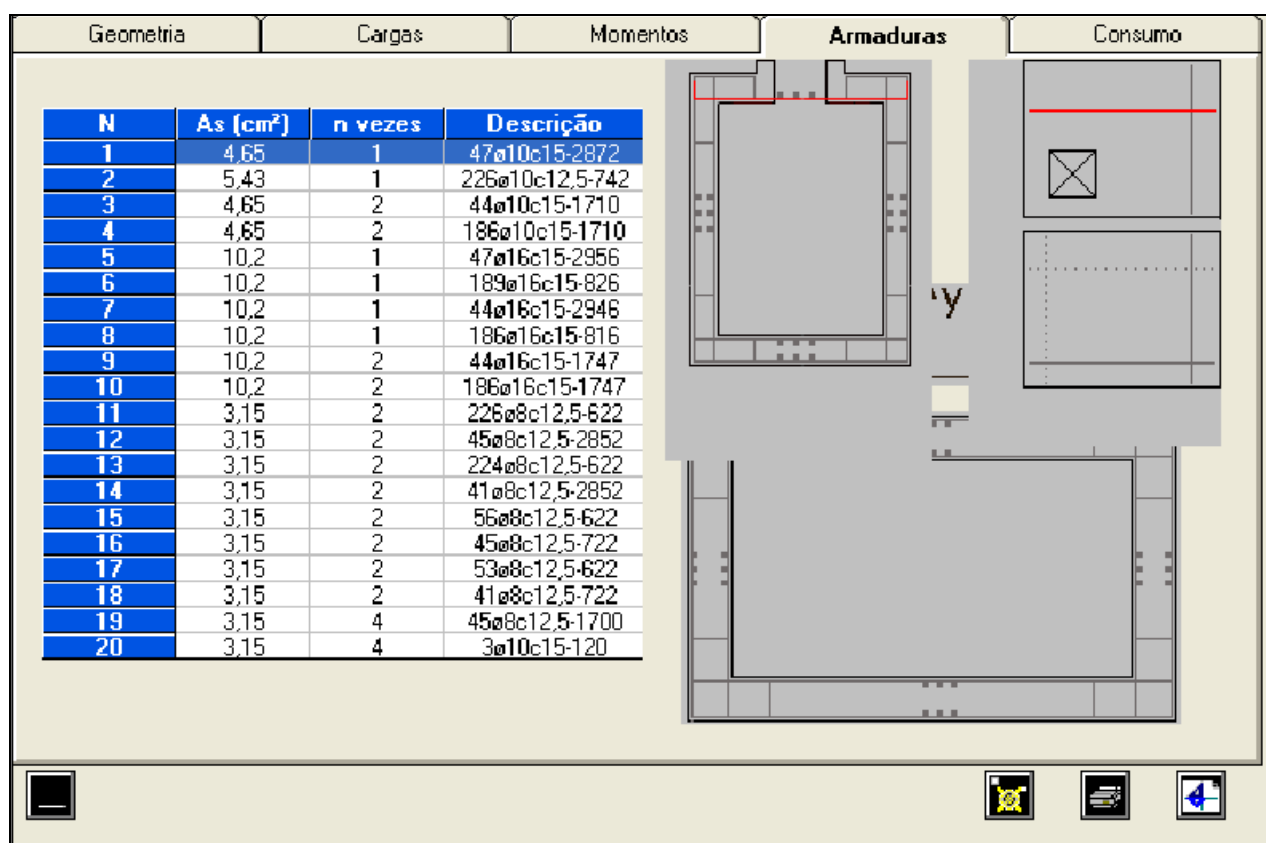


Figura 5 - Cálculos do dimensionamento estrutural: Armaduras

51

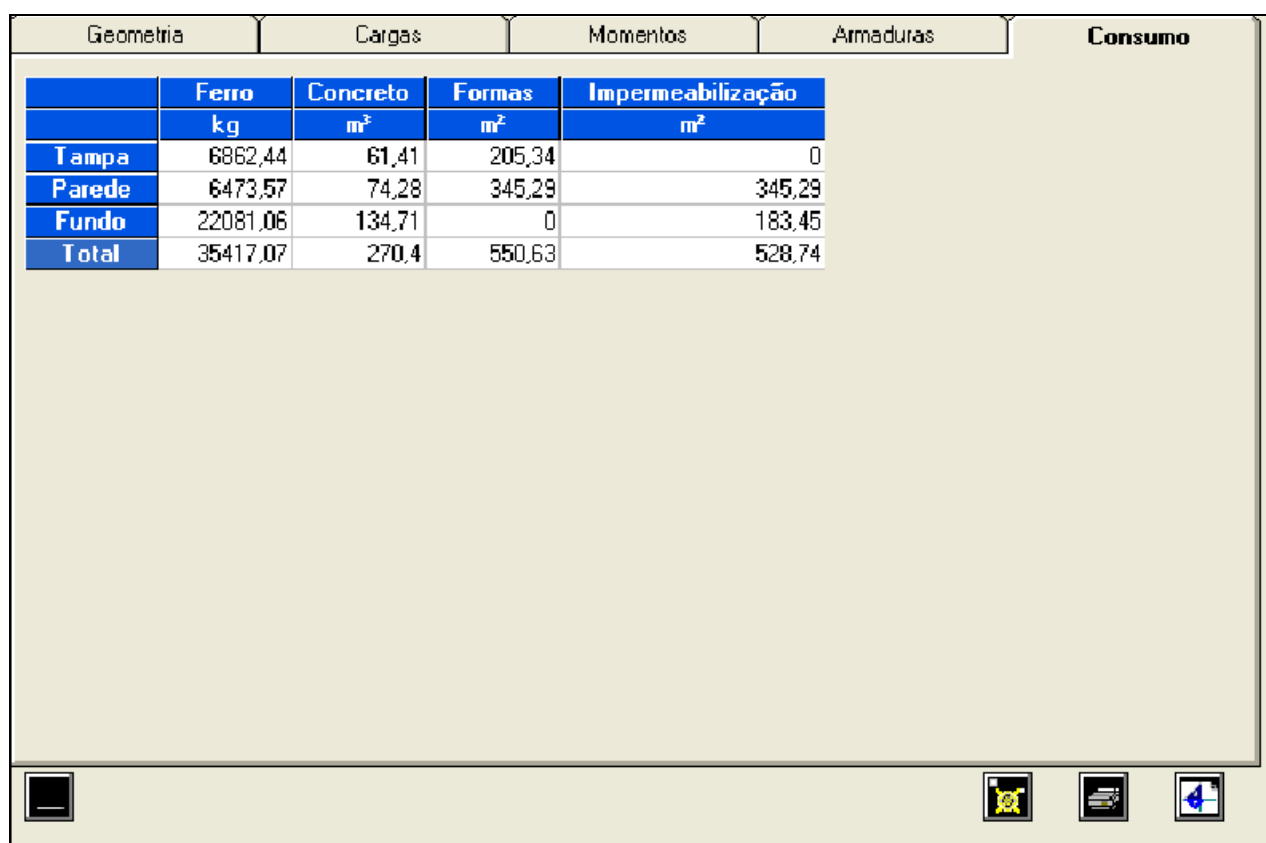


Figura 6 - Cálculos do dimensionamento estrutural: Consumo

7.1.1. Relatório do Dimensionamento Estrutural da Extensão Total do DAFA

Reservatório Enterrado Armado em Duas Direções

Data: 13/5/2016
 Projeto:
 Cliente:
 Obra:
 Responsável:
 Observações:

GEOMETRIA

Largura do reservatório	a	=	28,3 m
Comprimento da base	b	=	7 m
Altura da base	h	=	6 m
Altura do nível d'água interno	hn	=	4,8 m
Volume total	Vt	=	1188,6 m ³
Volume útil	Vu	=	919,09 m ³
Espessura da tampa	e(t)	=	0,31 m
Espessura da parede	e(p)	=	0,21 m
Espessura do fundo	e(f)	=	0,68 m
Altura do terreno exterior	ht	=	1,80 m
Altura do nível d'água do lençol	hna	=	1,3 m

CARGAS

Sobrecarga na tampa	A	=	-100 kgf/m ²
Carregamento (interno) nas paredes	B	=	4800 kgf/m ²
Carregamento (interno) no fundo	C	=	4800 kgf/m ²
Reação no fundo	D	=	-1863 kgf/m ²
Empuxo devido ao solo	E	=	-861 kgf/m ²
Empuxo devido a água	F	=	-845 kgf/m ²
Subpressão no fundo do reservatório	G	=	-1300 kgf/m ²

MOMENTOS

Tampa

Mxt	=	-310,08 kgfm
Myt	=	-5068,18 kgfm
Xxt	=	-217,77 kgfm
Xyt	=	-3559,45 kgfm

Paredes

Mxp1	=	-56,68 kgfm
Myp1	=	-1261,01 kgfm
Xxp1	=	-114,79 kgfm
Mxp2	=	-529,59 kgfm
Myp2	=	-720,83 kgfm
Xxp2	=	-1220,96 kgfm

Fundo

Mxf	=	-1120,9 kgfm
Myf	=	-18320,73 kgfm
Xxf	=	-787,22 kgfm
Xyf	=	-12866,9 kgfm

FISSURAÇÃO

Paredes

Abertura de fissuras	wk(p)	0 mm
Tensão no concreto	tbu(p)	0 tf/cm ²
Tensão no aço	ts(p)	0 kgf/cm ²

Fundo

Abertura de fissuras	wk(f)	0 mm
Tensão no concreto	tbu(f)	0 tf/cm ²
Tensão no aço	ts(f)	0 kgf/cm ²

ARMADURAS

N	As (cm²)	n vezes	Descrição
1	4,65	1	47ø10c15-2872
2	5,43	1	226ø10c12,5-742
3	4,65	2	44ø10c15-1710
4	4,65	2	186ø10c15-1710
5	10,2	1	47ø16c15-2956
6	10,2	1	189ø16c15-826
7	10,2	1	44ø16c15-2946
8	10,2	1	186ø16c15-816
9	10,2	2	44ø16c15-1747
10	10,2	2	186ø16c15-1747
11	3,15	2	226ø8c12,5-622
12	3,15	2	45ø8c12,5-2852
13	3,15	2	224ø8c12,5-622
14	3,15	2	41ø8c12,5-2852
15	3,15	2	56ø8c12,5-622
16	3,15	2	45ø8c12,5-722
17	3,15	2	53ø8c12,5-622
18	3,15	2	41ø8c12,5-722
19	3,15	4	45ø8c12,5-1700
20	3,15	4	3ø10c15-120

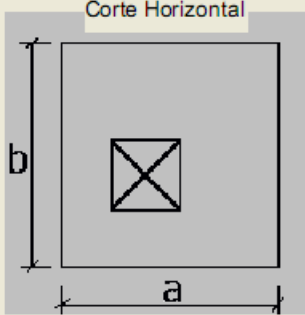
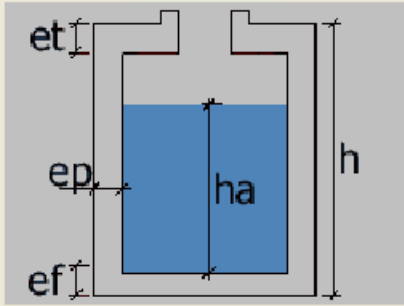
CONSUMO

	Ferro (kg)	Concreto (m³)	Formas (m²)	Impermeabilização (m²)
Tampa	6862,44	61,41	205,34	0
Parede	6473,57	74,28	345,29	345,29
Fundo	22081,06	134,71	0	183,45
Total	35417,07	270,4	550,63	528,74

7.2. Dimensionamento Estrutural de um Módulo do DAFA

- Dimensão do Módulo Externo— 690 cm x 600 cm x 700 cm

Geometria	Cargas	Momentos	Armaduras	Consumo
Largura do Reservatório	$a =$	<input type="text" value="7"/> m		
Comprimento da base	$b =$	<input type="text" value="7"/> m		
Altura da base	$h =$	<input type="text" value="6"/> m		
Altura do nível d'água interno	$h_n =$	<input type="text" value="4,8"/> m		
Volume total	$V_t =$	<input type="text" value="294"/> m ³		
Volume útil	$V_u =$	<input type="text" value="231,64"/> m ³		
Espessura da tampa	$e(t) =$	<input type="text" value="0,2"/> m	<input type="button" value="Alterar e(t)"/>	
Espessura das paredes	$e(p) =$	<input type="text" value="0,21"/> m	<input type="button" value="Alterar e(p)"/>	
Espessura do fundo	$e(f) =$	<input type="text" value="0,45"/> m	<input type="button" value="Alterar e(f)"/>	
Altura do terreno exterior	$h_t =$	<input type="text" value="1,8"/> m		
Atura do nível d'água do lençol	$h_{na} =$	<input type="text" value="1,3"/> m		










Figura 7 - Cálculos do dimensionamento estrutural: Geometria

Geometria	Cargas	Momentos	Armaduras	Consumo
<p>Sobrecarga na tampa A = <input type="text" value="-100"/> kgf/m²</p> <p>Carregamento (Interno) nas paredes B = <input type="text" value="4800"/> kgf/m²</p> <p>Carregamento (Interno) no fundo C = <input type="text" value="4800"/> kgf/m²</p> <p>Reação no fundo D = <input type="text" value="-2307"/> kgf/m²</p> <p>Empuxo devido ao solo E = <input type="text" value="-861"/> kgf/m²</p> <p>Empuxo devido a água F = <input type="text" value="-845"/> kgf/m²</p> <p>Subpressão no fundo do Reservatório G = <input type="text" value="-1300"/> kgf/m²</p>				
		<p>Caixa Cheia - Corte Vertical</p>	<p>Caixa Cheia - Corte Horizontal</p>	
		<p>Caixa Vazia - Corte Vertical</p>	<p>Caixa Vazia - Corte Horizontal</p>	

Figura 8 - Cálculos do dimensionamento estrutural: Cargas

55

Geometria	Cargas	Momentos	Armaduras	Consumo																												
<p>Reservatório Armado em Duas Direções</p> <p>Tampa</p> <table border="1"> <tr> <td>Mxt</td> <td><input type="text" value="-1071,88"/> kgfm</td> <td>Xxt</td> <td><input type="text" value="-1224,95"/> kgfm</td> </tr> <tr> <td>Myt</td> <td><input type="text" value="-1071,88"/> kgfm</td> <td>Xyt</td> <td><input type="text" value="-1224,95"/> kgfm</td> </tr> </table> <p>Paredes</p> <table border="1"> <tr> <td>Mxp1</td> <td><input type="text" value="-529,59"/> kgfm</td> <td>Mxp2</td> <td><input type="text" value="-529,59"/> kgfm</td> </tr> <tr> <td>Myp1</td> <td><input type="text" value="-720,83"/> kgfm</td> <td>Myp2</td> <td><input type="text" value="-720,83"/> kgfm</td> </tr> <tr> <td>Xxp1</td> <td><input type="text" value="-1220,96"/> kgfm</td> <td>Xxp2</td> <td><input type="text" value="-1220,96"/> kgfm</td> </tr> </table> <p>Fundo</p> <table border="1"> <tr> <td>Mxf</td> <td><input type="text" value="-6443,76"/> kgfm</td> <td>Xxf</td> <td><input type="text" value="-7364"/> kgfm</td> </tr> <tr> <td>Myf</td> <td><input type="text" value="-6443,76"/> kgfm</td> <td>Xyf</td> <td><input type="text" value="-7364"/> kgfm</td> </tr> </table>					Mxt	<input type="text" value="-1071,88"/> kgfm	Xxt	<input type="text" value="-1224,95"/> kgfm	Myt	<input type="text" value="-1071,88"/> kgfm	Xyt	<input type="text" value="-1224,95"/> kgfm	Mxp1	<input type="text" value="-529,59"/> kgfm	Mxp2	<input type="text" value="-529,59"/> kgfm	Myp1	<input type="text" value="-720,83"/> kgfm	Myp2	<input type="text" value="-720,83"/> kgfm	Xxp1	<input type="text" value="-1220,96"/> kgfm	Xxp2	<input type="text" value="-1220,96"/> kgfm	Mxf	<input type="text" value="-6443,76"/> kgfm	Xxf	<input type="text" value="-7364"/> kgfm	Myf	<input type="text" value="-6443,76"/> kgfm	Xyf	<input type="text" value="-7364"/> kgfm
Mxt	<input type="text" value="-1071,88"/> kgfm	Xxt	<input type="text" value="-1224,95"/> kgfm																													
Myt	<input type="text" value="-1071,88"/> kgfm	Xyt	<input type="text" value="-1224,95"/> kgfm																													
Mxp1	<input type="text" value="-529,59"/> kgfm	Mxp2	<input type="text" value="-529,59"/> kgfm																													
Myp1	<input type="text" value="-720,83"/> kgfm	Myp2	<input type="text" value="-720,83"/> kgfm																													
Xxp1	<input type="text" value="-1220,96"/> kgfm	Xxp2	<input type="text" value="-1220,96"/> kgfm																													
Mxf	<input type="text" value="-6443,76"/> kgfm	Xxf	<input type="text" value="-7364"/> kgfm																													
Myf	<input type="text" value="-6443,76"/> kgfm	Xyf	<input type="text" value="-7364"/> kgfm																													
		<p>Cheio</p> <p>Vazio</p>																														

Figura 9 - Cálculos do dimensionamento estrutural: Momentos

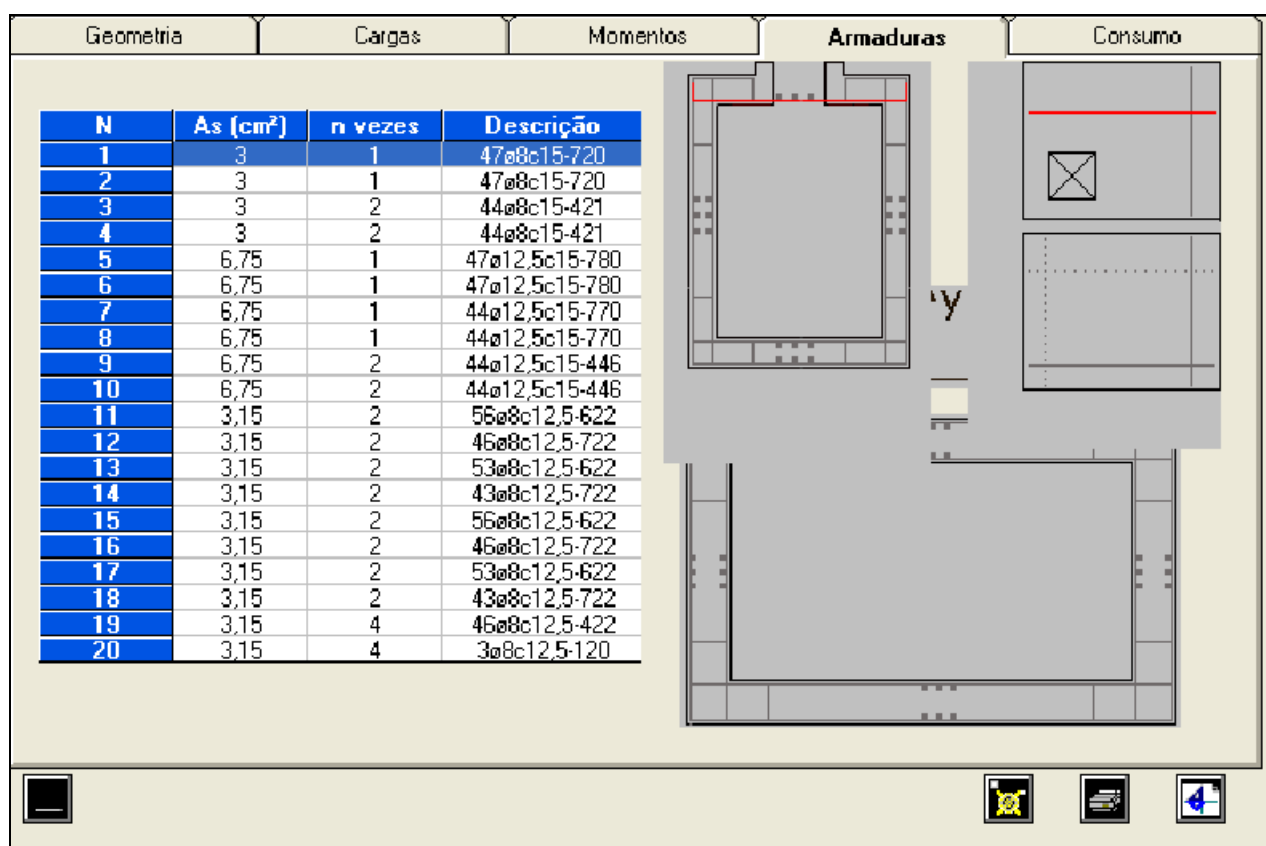


Figura 10 - Cálculos do dimensionamento estrutural: Armaduras

56

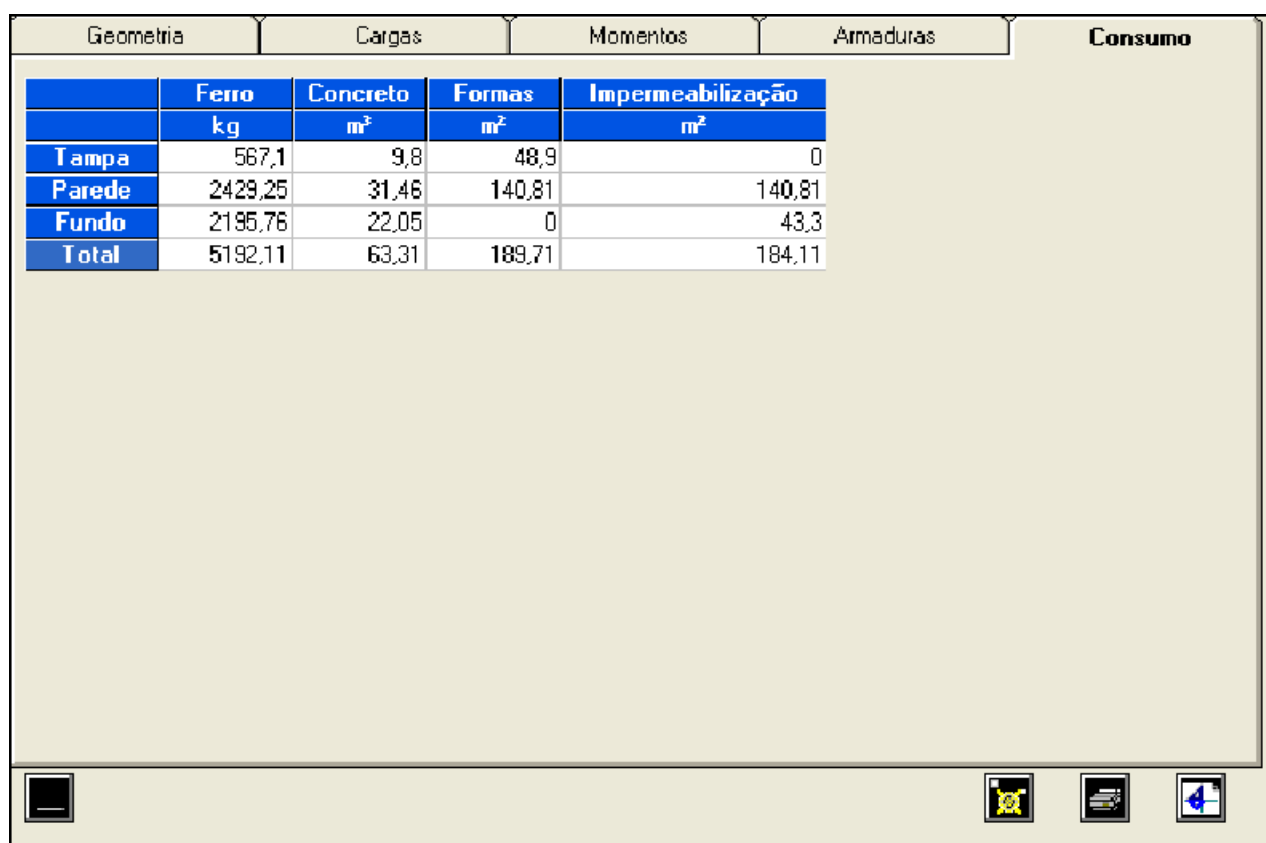


Figura 11 - Cálculos do dimensionamento estrutural: Consumo

Reservatório Enterrado Armado em Duas Direções

Data: 13/5/2016
 Projeto:
 Cliente:
 Obra:
 Responsável:
 Observações:

GEOMETRIA

Largura do reservatório	a	=	7 m
Comprimento da base	b	=	7 m
Altura da base	h	=	6 m
Altura do nível d'água interno	hn	=	4,8 m
Volume total	Vt	=	294 m ³
Volume útil	Vu	=	231,64 m ³
Espessura da tampa	e(t)	=	0,2 m
Espessura da parede	e(p)	=	0,21 m
Espessura do fundo	e(f)	=	0,45 m
Altura do terreno exterior	ht	=	1,80 m
Altura do nível d'água do lençol	hna	=	1,3 m

CARGAS

Sobrecarga na tampa	A	=	-100 kgf/m ²
Carregamento (interno) nas paredes	B	=	4800 kgf/m ²
Carregamento (interno) no fundo	C	=	4800 kgf/m ²
Reação no fundo	D	=	-2307 kgf/m ²
Empuxo devido ao solo	E	=	-861 kgf/m ²
Empuxo devido a água	F	=	-845 kgf/m ²
Subpressão no fundo do reservatório	G	=	-1300 kgf/m ²

57

MOMENTOS

Tampa

Mxt	=	-1071,88 kgfm
Myt	=	-1071,88 kgfm
Xxt	=	-1224,95 kgfm
Xyt	=	-1224,95 kgfm

Paredes

Mxp1	=	-529,59 kgfm
Myp1	=	-720,83 kgfm
Xxp1	=	-1220,96 kgfm
Mxp2	=	-529,59 kgfm
Myp2	=	-720,83 kgfm
Xxp2	=	-1220,96 kgfm

Fundo

Mxf	=	-6443,76 kgfm
Myf	=	-6443,76 kgfm
Xxf	=	-7364 kgfm
Xyf	=	-7364 kgfm

FISSURAÇÃO

Paredes

Abertura de fissuras	wk(p)	0 mm
Tensão no concreto	tbu(p)	0 tf/cm ²
Tensão no aço	ts(p)	0 kgf/cm ²

Fundo

Abertura de fissuras	wk(f)	0 mm
Tensão no concreto	tbu(f)	0 tf/cm ²
Tensão no aço	ts(f)	0 kgf/cm ²

ARMADURAS

N	As (cm ²)	n vezes	Descrição
1	3	1	47ø8c15-720
2	3	1	47ø8c15-720
3	3	2	44ø8c15-421
4	3	2	44ø8c15-421
5	6,75	1	47ø12,5c15-780
6	6,75	1	47ø12,5c15-780
7	6,75	1	44ø12,5c15-770
8	6,75	1	44ø12,5c15-770
9	6,75	2	44ø12,5c15-446
10	6,75	2	44ø12,5c15-446
11	3,15	2	56ø8c12,5-622
12	3,15	2	46ø8c12,5-722
13	3,15	2	53ø8c12,5-622
14	3,15	2	43ø8c12,5-722
15	3,15	2	56ø8c12,5-622
16	3,15	2	46ø8c12,5-722
17	3,15	2	53ø8c12,5-622
18	3,15	2	43ø8c12,5-722
19	3,15	4	46ø8c12,5-422
20	3,15	4	3ø8c12,5-120

CONSUMO

	Ferro (kg)	Concreto (m ³)	Formas (m ²)	Impermeabilização (m ²)
Tampa	567,1	9,8	48,9	0
Parede	2429,25	31,46	140,81	140,81
Fundo	2195,76	22,05	0	43,3
Total	5192,11	63,31	189,71	184,11

7.3. Justificativa para o Reforço da Estrutura dos DAFA's

O reforço da estrutura dos DAFA's se fez necessário quando houve a verificação do dimensionamento estrutural da fundação, das paredes externas e paredes internas, estruturas que se encontram subdimensionadas, em relação ao volume de concreto e quantidade de aços existentes em cada unidade, conforme o volume de efluente de esgoto a ser tratado, e ao empuxo sofrido pelas estruturas.

Deve-se considerar também que o cobrimento das armaduras de aço ao longo da estrutura, que trabalha no meio agressivo do tratamento de efluentes de esgoto, não está em conformidade com as especificações da norma NBR 6118:03, culminando na exposição das ferragens em alguns pontos. É necessário, conforme análise, o reforço estrutural das paredes externas, prezando a segurança da estrutura.

Os cobrimentos da armação, conforme observado em visita a campo, foram executadas com 30 mm, sendo o projeto especificado o cobrimento com 25 mm, todos estes cobrimentos estão abaixo das especificações da NBR 6118:03, por ser um meio

agressivo o mínimo de cobrimento nominal teria que ser 45 mm, conforme o Quadro 2, que segue abaixo, sendo adotado para o reforço na estrutura o cobrimento no valor de 50mm.

O subdimensionamento da fundação resultou em trincas e pequenas fissuras na estrutura de concreto das paredes externas, causando o efeito da carbonatação, sendo necessária a utilização do reforço estrutural para uma maior estabilidade e resistência, para a fundação e paredes internas do DAFA, ajustando às especificações conforme a norma NBR 6118:03.

Nos projetos das estruturas, a agressividade ambiental deve ser classificada de acordo com o apresentado no Quadro 2 e pode ser avaliada, simplificada, segundo as condições de exposição da estrutura ou de suas partes.

Quadro 2 - Classes de agressividade ambiental

Classe de agressividade ambiental	Agressividade	Classificação geral do tipo de ambiente para efeito de projeto	Risco de deterioração da estrutura
I	Fracá	Rural	Insignificante
		Submersa	
II	Moderada	Urbana ^{1), 2)}	Pequeno
III	Forte	Marinha ¹⁾	Grande
		Industrial ^{1), 2)}	
IV	Muito forte	Industrial ^{1), 3)}	Elevado
		Respingos de maré	

¹⁾ Pode-se admitir um microclima com uma classe de agressividade mais branda (um nível acima) para ambientes internos secos (salas, dormitórios, banheiros, cozinhas e áreas de serviço de apartamentos residenciais e conjuntos comerciais ou ambientes com concreto revestido com argamassa e pintura).

²⁾ Pode-se admitir uma classe de agressividade mais branda (um nível acima) em: obras em regiões de clima seco, com umidade relativa do ar menor ou igual a 65%, partes da estrutura protegidas de chuva em ambientes predominantemente secos, ou regiões onde chove raramente.

³⁾ Ambientes quimicamente agressivos, tanques industriais, galvanoplastia, branqueamento em indústrias de celulose e papel, armazéns de fertilizantes, indústrias químicas.

Fonte: Norma ABNT NBR 6118:03

Conforme o Quadro 2, a classe de Agressividade Ambiental é a **III - forte**, com o Risco de deterioração da estrutura **Grande**.

A resistência da dosagem do concreto (fcj) depende, entre outras variáveis, das condições de preparo do concreto, sendo a condição aplicada a classe C30, conforme a Tabela 4, é que o cimento e os agregados serão medidos em massa ou volume, com dispositivo dosador e corrigida em função da umidade dos agregados.

DELBONI ENGENHARIA: Rua Guajaras, 910 – Sl.1002 – Belo Horizonte/MG – Fone (31) 30724115

FAHMA: Rua Paulo Afonso, 333 - Santo Antônio - Fone (31) 3245-0388 - Fax: (31) 3245-0398 - Belo Horizonte/MG

O Concreto armado, conforme a agressividade ambiental III, é do tipo CA \geq C30, correspondente ao elemento estrutural, conforme ABNT NBR 89 53, a resistência a compressão de $f_{ck} = 30$ Mpa.

Tabela 4 – Correspondência entre Classe de agressividade e Qualidade do Concreto

Concreto	Tipo	Classe de agressividade (tabela 6.1)			
		I	II	III	IV
Relação água/cimento em massa	CA	$\leq 0,65$	$\leq 0,60$	$\leq 0,55$	$\leq 0,45$
	CP	$\leq 0,60$	$\leq 0,55$	$\leq 0,50$	$\leq 0,45$
Classe de concreto (ABNT NBR 8953)	CA	$\geq C20$	$\geq C25$	$\geq C30$	$\geq C40$
	CP	$\geq C25$	$\geq C30$	$\geq C35$	$\geq C40$

NOTAS

1 O concreto empregado na execução das estruturas deve cumprir com os requisitos estabelecidos na ABNT NBR 12655.

2 CA corresponde a componentes e elementos estruturais de concreto armado.

3 CP corresponde a componentes e elementos estruturais de concreto protendido.

Fonte: Norma ABNT NBR 6118:03

Para atender aos requisitos estabelecidos na Norma, o cobrimento mínimo da armadura é o menor valor que deve ser respeitado ao longo de toda a Estrutura considerada e que se constitui num critério de aceitação.

60

Conforme a Tabela 5 - item 3, para o tipo de estrutura em Concreto Armado, os elementos estruturais para a classe de agressividade para estações de tratamento de esgoto, terá o cobrimento nominal de no mínimo 45 mm, sendo adotado para o reforço estrutural o cobrimento de 50 mm.

Tabela 5 – Correspondência entre Classe de agressividade ambiental e o cobrimento nominal para $\Delta c = 10 \text{ mm}$

Tipo de estrutura	Componente ou elemento	Classe de agressividade ambiental (tabela 6.1)			
		I	II	III	IV ³⁾
		Cobrimento nominal mm			
Concreto armado	Laje ²⁾	20	25	35	45
	Viga/Pilar	25	30	40	50
Concreto protendido ¹⁾	Todos	30	35	45	55

¹⁾ Cobrimento nominal da armadura passiva que envolve a bainha ou os fios, cabos e cordoalhas, sempre superior ao especificado para o elemento de concreto armado, devido aos riscos de corrosão fragilizante sob tensão.

²⁾ Para a face superior de lajes e vigas que serão revestidas com argamassa de contrapiso, com revestimentos finais secos tipo carpete e madeira, com argamassa de revestimento e acabamento tais como pisos de elevado desempenho, pisos cerâmicos, pisos asfálticos e outros tantos, as exigências desta tabela podem ser substituídas por 7.4.7.5, respeitado um cobrimento nominal $\geq 15 \text{ mm}$.

³⁾ Nas faces inferiores de lajes e vigas de reservatórios, estações de tratamento de água e esgoto, condutos de esgoto, canaletas de efluentes e outras obras em ambientes química e intensamente agressivos, a armadura deve ter cobrimento nominal $\geq 45 \text{ mm}$.

Fonte: Norma ABNT NBR 6118:03

O concreto exposto as soluções contendo sulfatos, no caso dos esgotos domésticos que se caracterizam por grande quantidade de proteínas em degradação, devem ser preparados com cimento resistente a sulfatos (RS), de acordo com a ABNT NBR 5737 e atender ao que estabelece, no que se refere à relação água cimento e à resistência característica à compressão do concreto, medida em megapascal (fck).

7.4. Resultado do Reforço da Estrutura do DAFA

Todas as lajes da cobertura em concreto armado dos DAFA's existentes, foram executadas apoiadas em vigas, com uma espessuras de 10 cm e uma resistência para o concreto de $f_{ck} = 20 \text{ MPa}$, conforme projeto estrutural, com a capacidade para suportar uma carga acima de $200,00 \text{ kgf/m}^2$, utilizando o aço CA50A- $f_{yk} = 5.000 \text{ kg/cm}^2$, e CA60B- $f_{yk} = 6.000 \text{ kg/cm}^2$, não necessitando de reforço estrutural.

O reforço será realizado nas paredes e na fundação, utilizando-se de aço trefilado, e cimento resistente a sulfato (RS). A estrutura de reforço será executada internamente e externamente aos DAFA's, internamente na complementação da fundação de cada modulo dos DAFA's e nas paredes de divisão dos módulos. Externamente à estrutura de reforço, fará o envelopamento, de toda a estrutura lateral externa do DAFA.

No reforço estrutural das unidades já edificadas, terá como referencia para a análise o calculo executado pelo programa Auto Caixa com as dimensões externas do DAFA (690 cm x 600 cm x 2.830 cm), sendo especificado o volume de concreto a ser adotado e o tipo de concreto armado com a resistência a compressão **fcK= 30 Mpa**, aço CA50A-fyk = 5.000 kg/cm², e CA60B-fyk =6.000 kg/cm², apresentando as seguintes descrições:

- **FUNDAÇÃO**

- **O Dimensionamento Utilizado para o Volume de Concreto**, conforme as análises do projeto executado, tem a estrutura da fundação dos DAFA's, como Radier e com pequenas sapatas rasas de espessuras muito inferiores a espessura verificada nos cálculos estruturais, realizados pelo programa do sistema DynamicCAD do AutoCAIXA, com o sistema Hand-Prot da empresa mineira Squadra Tecnologia, não utilizando proteções físicas, apenas a aplicação via software. Os cálculos do programa preveem o empuxo sofrido pela estrutura e o volume de efluentes a serem tratados, verificando que é necessário uma complementação de reforço estrutural na fundação, de Radier, que é de 20 cm e das sapatas rasas, sendo preciso um reforço em concreto armado interno a estrutura dos DAFA's de 40 cm de altura, e um o quantitativo de aço no valor total para a unidade de Kg 15.173,00 de aço 50A, passando a atender aos resultados do dimensionamento estrutural determinados pelo programa, sendo um total de 65 cm de altura na fundação. Os reforços da fundação interna de 40 cm de espessura terão o cobrimento da armação no valor de 100 mm;

- **O Aço Utilizado** nos DAFA's, para a recomposição destes, é de diâmetro de (2x)**16.0 c/10** na posição horizontal e diâmetro de (2x) **16.0 c/10** na posição vertical, e como costela o diâmetro de (2x) **20.0 c/10** na posição horizontal. Para a fixação do reforço estrutural, serão utilizados grampos em toda a área da laje de fundo existente. A espessura do reforço estrutural na laje de fundo, em concreto armado, será de 40 cm, com um cobrimento de 10 cm;

• PAREDES INTERNAS DO DAFA

- **O Dimensionamento Utilizado para o Volume de Concreto**, conforme as análises do projeto executado, tem as paredes de concreto internas de 20 cm nos DAFA's, com as especificações de cobrimento da armadura de aço fora da NBR 6118:03 solicitado em projeto com 25 mm. A dimensão da parede de reforço estrutural foi ajustada conforme o diâmetro da calandra para a ferragem de ancoragem de aço de DN 6.3 com a altura de 5 cm. O quantitativo de aço, para reforço nestas paredes das divisões internas, é no total para cada unidade de Kg 725,00 de aço 50A, sendo que em cada parede o concreto ficou com a espessura de 10 cm, conforme a verificação nos cálculos estruturais, realizados pelo programa do sistema DynamicCAD do AutoCAIXA, com o sistema Hand-Prot da empresa mineira Squadra Tecnologia, não utilizando proteções físicas, apenas a aplicação via software. Os cálculos do programa preveem o empuxo sofrido pela estrutura e o volume de efluentes a serem tratados, verificando que é necessária uma complementação como reforço estrutural em quantitativo de aço, interna a estrutura dos DAFA's em cada parede de divisão interna, passando a atender aos resultados do dimensionamento estrutural determinados pelo programa. Os reforços das paredes internas de 10 cm de espessura terão o cobrimento da armação no valor de 50 mm;

- **O Aço utilizado** nos módulos dos DAFA's, para recomposição destes, é de diâmetro de **10.0 c/15** na posição horizontal e diâmetro de **8.0 c/15** na posição vertical. Para a fixação do reforço estrutural, serão utilizados grampos em toda a área da parede existente. O acabamento deste reforço receberá no topo, duas barras de aço de diâmetro de 16.0 e a sua espessura em concreto armado, será de 10 cm, com um cobrimento de 5 cm. Esse reforço estrutural será utilizado em um lado da parede interna, para dividir os módulos;

• NAS PAREDES EXTERNAS DO DAFA

- **O Dimensionamento Utilizado para o Volume de Concreto**, conforme as análises do projeto executado, tem as paredes em concreto externas com 20 cm nos DAFA's, com as especificações de cobrimento da armadura de aço

DELBONI ENGENHARIA: Rua Guajajaras, 910 – SI.1002 – Belo Horizonte/MG – Fone (31) 30724115

fora da NBR 6118:03 solicitado em projeto com 25 mm. A dimensão das paredes externas de reforço estrutural foi ajustada conforme o diâmetro da calandra e o comprimento para a ferragem de ancoragem de aço de DN 6.3 com o valor de 9 cm, e o quantitativo de aço para reforço, nestas paredes externas de cada DAFA, tem o total para a unidade de Kg 3202,00 de aço 50A, sendo que em cada parede externa o concreto ficou com a espessura de 20 cm, conforme a verificação nos cálculos estruturais, realizados pelo programa do sistema DynamicCAD do AutoCAIXA, com o sistema Hand-Prot da empresa mineira Squadra Tecnologia, não utilizando proteções físicas, apenas a aplicação via software. Os cálculos do programa preveem o empuxo sofrido pela estrutura e o volume de efluentes a serem tratados, verificando que é necessário uma complementação como reforço estrutural em quantitativo de aço a estrutura dos DAFA's, nas paredes externas, passando a atender aos resultados do dimensionamento estrutural determinados pelo programa. O reforço das paredes externas de 20 cm de espessura terá o cobrimento da armação de aço no valor de 50 mm;

- **O Aço Utilizado** nos módulos dos DAFA's, para recomposição destes, é de diâmetro de (2x) **10.0 c/15** na posição horizontal e diâmetro de (2x) **8.0 c/15** na posição vertical. Para a fixação do reforço estrutural, serão utilizados grampos em toda a área da parede existente. O acabamento deste reforço receberá no topo, duas barras de aço de diâmetro de 16.0 e a sua espessura em concreto armado, será de 20 cm, com um cobrimento de 5 cm;

- **Para a fixação do reforço estrutural** nas estruturas de concreto existentes, será executado o apicoamento no concreto e a retirada de micro partículas soltas na estrutura. Fixação de ganchos em aço de diâmetro de 6.3 mm, perfurações para a ancoragem dos aços especificados no reforço estrutural, nas paredes existentes de divisa dos módulos e no fundo do DAFA. Nas paredes externas dos DAFA's será utilizado o mesmo processo construtivo, apicoamento, limpeza e colocação de ganchos de diâmetro 6.3 mm, e a colocação do aço de reforço estrutural.

Segue tabela com as especificações do aço:

Tabela 6 - Especificações do Aço

Especificação do Local do Reforço Estrutural no DAFA	Aço Utilizado	
	Armação simples	Armação composta (2x)
Fundação Interna dos DAFA's	-	16.0 c/10 - 20.0 c/10
Parede Interna	10.0 c/15 - 8.0 c/15	-
Parede Externa	-	10.0 c/15 - 8.0 c/15

- Após a recomposição estrutural, deverá ser feita a impermeabilização interna dos DAFA's com uma Membrana de Poliureia injetável, que de acordo com a NBR 9575/2003, é ideal para meios altamente agressivos.
- Todas as medidas do aço utilizado devem ser conferidas no local.

7.4.1. Memória de Cálculo

- As paredes externas dos DAFA's que receberão reforço estrutural têm as seguintes dimensões:

Volume de concreto para um DAFA= 85,44 m³

- As paredes internas dos DAFA's que receberão reforço estrutural têm as seguintes dimensões:

Volume de concreto para um DAFA= 10,73m³

- A fundação dos DAFA's que receberão reforço estrutural tem as seguintes dimensões:

Volume de concreto para um DAFA= 72,54 m³

Como são dois grupos de reatores com essas características, a área total de reforço estrutural será:

- **Volume total de concreto = 337,41m³**
- **Quantitativo de Aço CA50 = 66.574,20 kg**

8. RECUPERAÇÃO DE ÁREAS ERODIDAS

8.1. Medidas de Controle de Erosão e de Estabilidade do Solo

A maioria das ocorrências de degradação identificadas no solo da área está ligada a processos erosivos que causam sulcamentos, provocados pela ausência de cobertura vegetal. Em áreas mais instáveis, onde houver escorregamentos de massa ou onde já se iniciam processos de ravinamento, deverá ser procedida inicialmente a estabilização mecânica para posterior implementação de programa de recuperação e reabilitação ambiental. Nesses casos, dever-se-á priorizar a estabilização em detrimento da recuperação de condições originais.



Figura 12 - Evidência de erosão em um dos taludes da ETE.

Em algumas áreas será realizado um trabalho de revegetação, empregando-se a macambira (*Bromelia laciniosa*), o Vetiver e o Capim Buffel, espécies nativas da região, para a estabilização dos taludes. Também haverá o plantio de cerca viva ao longo de todo o perímetro da ETE, utilizando planta espinhosa (tipo Sansão do Campo – *Mimosa Caesalpiniaefolia*), que fornece boa vedação, inclusive para pequenos animais, além de proporcionar um aspecto agradável.

Será realizada a aplicação de lodo de esgoto como adubo para fertilização dos solos para recuperar as áreas degradadas, devido à sua rica composição em matéria orgânica, nitrogênio e fosforo. Essa aplicação é uma prática aceitável, tanto na forma de disposição final, quanto na melhoria das características físicas, químicas e biológicas do solo. A adição de lodo apresenta uma série de características que favorecem a recuperação e o reaparecimento da vegetação em um solo degradado com precário desenvolvimento e fixação da vegetação, em função da falta de matéria orgânica e de

nutrientes no solo e da atividade biológica (ALAMINO, 2010).

8.1.1. Estabilidade do Talude por Rip-Rap

O processo erosivo no talude, localizado entre as Lagoas Facultativas e as Lagoas de Maturação, Unidades de Tratamento de Esgoto, dentro da Estação de Tratamento de Esgoto de Sento Sé, é representado em grande maioria por ravinamentos, ocorrências de degradação identificadas em solo com a ausência de cobertura vegetal. Estas áreas mais instáveis onde houve o escorregamento de massa, muito erodidas, deverão ser recuperadas com a técnica Rip-Rap – sacos de linhagem com solo e cimento empilhados da base do talude até a crista deste, fazendo uma estrutura triangular.

A técnica de contenção estrutural Rip-Rap pode ser utilizada com resíduos da construção civil, agregados inertes, incorporados ao solo cimento. Pode-se destacar também que a sua contribuição é a resistência e a estabilização dos taludes empregando materiais menos agressivos visualmente ao meio ambiente. A área total onde será utilizado o Rip-Rap para a estabilização dos taludes está especificada na tabela que segue.

67

ITEM	ESPECIFICAÇÃO	VOLUME
Contenção Rip-Rap	Sacos de linhagem contendo solo/cimento	164,00 m³

8.2. Técnica para a Recuperação dos Taludes

Será realizada a reconformação topográfica do platô, dos taludes, e implantação da rede de drenagem. Concluída essa etapa, será feita a revegetação dos taludes, onde deverão ser aplicadas técnicas de fertilização do solo. No platô resultante do topo da área será feito um plantio de espécimes arbóreos nativos. A revegetação da área vai ser realizada através da implantação do projeto de plantio com a tecnologia de bioengenharia que melhor se adaptar à área. Para a implantação de qualquer tecnologia de bioengenharia o retaludamento já deverá estar concluído, a camada de solo aplicada e a limpeza das áreas e drenagem finalizadas.

8.2.1. Combate a Formigas e Cupins

No período do preparo do terreno deverá ser feito o controle de formigas e cupins na área, detectando sua presença e realizando o combate. O combate às formigas deverá ser feito antes do plantio, usando iscas granuladas à base de sulfuramida (somente com solo seco). O combate às formigas será feito na área a ser plantada e em uma faixa de aproximadamente 100 metros ao redor da mesma. Após o combate inicial aguardar-se-á um período de aproximadamente 40 a 60 dias e será feito o repasse (que será um novo combate em toda área, para encontrar novos formigueiros ou mesmo combater formigueiros que foram amuados no combate inicial). No momento do plantio e alguns dias após o mesmo será executada a ronda.

Caso haja a ocorrência de cupins na área de plantio, o combate aos mesmos será feito retirando-se a parte superior do cupinzeiro e, com uma sonda tipo JP, perfurá-lo até atingir a câmara de celulose, após as camadas iniciais do solo (aproximadamente 60 cm), e neste buraco será aplicado cupinicida. Tal procedimento, se necessário, deverá ser feito com o devido acompanhamento de profissional qualificado, devido ao risco de contaminação do curso-d'água.

68

8.2.2. Plantio de Mudas

Nesse projeto propõe-se o plantio de mudas de espécies arbóreas nativas (típicas da região) abrangendo uma área total de 0,20 hectares. Dessa área, a parte composta primordialmente por taludes será revegetada com espécies gramíneas, além das espécies arbóreas, totalizando 0,06 hectares.

O processo poderá ser utilizado em qualquer declive e consistirá no plantio manual das gramíneas por semeadura e, dependendo do caso, por mudas ou touceiras. As sementes serão espalhadas a lanço, por modo manual, considerando os critérios médios de 2 rolos/m² (rolos de 0,4x1,25m). A irrigação após o plantio é fundamental para o bom desenvolvimento do estágio inicial de pega e crescimento das gramíneas, considerando o clima seco da região. Em taludes mais íngremes, poderá ser recomendável a introdução de gramíneas em faixas oblíquas ou sub-horizontais, com a finalidade de evitar escorregamentos das gramíneas plantadas e do subsolo.

As mudas arbóreas serão plantadas em covas de 40 x 40 x 40 cm, adubadas com 200g de adubo químico NPK (10-10-10 ou na formulação recomendada após análise) por cova, podendo este ser substituído ou combinado com o lodo do esgoto. É frequente recomendar-se cerca de 500 gramas de calcário dolomítico por cova, quando não são

DELBONI ENGENHARIA: Rua Guajajaras, 910 – SI.1002 – Belo Horizonte/MG – Fone (31) 30724115

realizadas análises de laboratório.

Deverão ser seguidas as orientações básicas comumente utilizadas, devendo-se usar espaçamentos de 3,0 m x 2,5 m, totalizando 1.333 mudas por hectare. Como a área abrangida pela recuperação arbórea tem 0,18 hectares, o número de mudas será de aproximadamente 240. Considerando uma perda aproximada de 20%, o número considerado será de 290 mudas.

Tabela 7 - Quantitativos do projeto de revegetação

Tipo de Vegetação	Extensão	Quantidade/área	Perda	Total
Arbóreas	0,18 ha	1333 mudas/hectare	20%	290 mudas
Gramíneas	14.500 m ²	02 rolos/m ²	20%	34.800 rolos
Gramíneas (Taludes)	1.880,50 m ²	02 rolos/m ²	20%	4.515 rolos
Cerca-viva	1950 m	05 mudas/m	20%	11.700 mudas

O tutoramento ou estaqueamento, se necessário, deverá ser realizado através da fixação de uma estaca de madeira com 1,0m de comprimento, à qual a muda é fixada. O procedimento tem por objetivo estabilizar as mudas durante o seu desenvolvimento inicial, evitando que fiquem balançando ao sofrerem a ação dos ventos. A fixação da estaca ao solo deverá ser efetuada antes do plantio, evitando assim que o torrão da muda seja destruído.

Deverão ser previstas as reposições de plantas que não sobreviverem após o plantio. A operação de replantio é normalmente executada em torno de 30 dias após o plantio inicial ou de acordo com as condições climáticas. Esta operação tem por objetivo manter um mínimo de sobrevivência do plantio.

8.2.3. Espécies Sugeridas para a Recomposição

Quadro 3 - Espécies sugeridas para a revegetação do local

Nome Científico	Tipo	Nome Popular
<i>Bromelia laciniosa</i>	Arbórea	Macambira
<i>Mimosa Caesalpiniaefolia</i>	Cerca-viva	Sansão-do-Campo
<i>Vetiveria zizanioides</i>	Gramínea	Capim-vetiver
<i>Cenchrus Ciliaris</i>	Gramínea	Capim Buffel
<i>Croton sp.</i>	Arbórea	Marmeleiro
Nome Científico	Tipo	Nome Popular

DELBONI ENGENHARIA: Rua Guajajaras, 910 – SI.1002 – Belo Horizonte/MG – Fone (31) 30724115

<i>Brachiaria spp.</i>	Gramínea	Braquiária
<i>Chloria gayana</i>	Gramínea	Capim-de-rhodes
<i>Cynodon dactylon</i>	Gramínea	Grama-bermuda
<i>Erochloa polystachya</i>	Gramínea	Capim-angolinha
<i>Prosopis juliflora</i>	Arbórea	Algaroba
<i>Caesalpinia pyramidalis</i>	Arbórea	Catingueira

8.2.4. Manutenção

Os cuidados a serem tomados após o plantio compreendem principalmente o controle de ervas daninhas, o combate às formigas cortadeiras e o replantio. Um mês após o plantio, cada muda que não sobreviver deverá ser substituída por outra, da mesma espécie ou, pelo menos, do mesmo grupo ecológico.

Deverá ser feito o coroamento de manutenção ao redor das mudas, constando de capinas, sendo a primeira até 3 meses após o plantio. O número de capinas dependerá do tempo da formação vegetal que se deseja implantar, que varia conforme as condições locais e espécies plantadas. Sempre que plantas indesejáveis estejam competindo com as mudas, deverá ser realizado o coroamento. As roçadas devem se restringir ao estritamente necessário, para evitar que espécies em regeneração sejam cortadas. A menor intervenção é sempre ecologicamente benéfica; no entanto, deve-se ter em mente que as áreas devem ser livres de espécies daninhas e preparadas no sentido de evitar incêndios.

70

8.3. Principais Parâmetros para a Recuperação do Solo Degradado

8.3.1. Recuperação do Solo

A prevenção e o controle da erosão para a recuperação do solo dependem do entendimento da mecânica da erosão e do seu processo.

A erosão é basicamente um processo que envolve:

- Destacamento da partícula
- Transporte da partícula
- Deposição da partícula

As forças que agem sobre as partículas próximas à superfície são mostradas esquematicamente abaixo. As forças de inércia ou coesão entre as partículas resistem às forças de arrasto ou de tração exercidas pelo fluxo d'água.

A erosão é causada por:

Forças de tração ou de arrasto:

- | | | |
|---------|-----|----------------------|
| • Água | | • Velocidade |
| • Vento | = f | • Descarga |
| • Gelo | | • Forma e rugosidade |

A erosão é contida por:

Forças de atrito ou de coesão = f • Propriedades básicas do solo

Estrutura do Solo • Interações físico-químicas

A proteção contra a erosão consiste essencialmente em diminuir as forças de tração ou de arrasto, diminuindo a velocidade do fluxo d'água sobre a superfície ou dissipando a energia da água em uma área protegida e em aumentar a resistência à erosão através da proteção, com o reforço da superfície com uma cobertura vegetal adequada ou pelo aumento da força de ligação entre as partículas. Como opção para o taludamento, é recomendado inclinações inferiores a 45°, utilização a reconformação destes taludes com mantas vegetais para a recomposição da cobertura vegetal, adubação e correção do solo.

Paralelamente ao taludamento, o solo é modificado na sua estrutura física para aumentar a sua coesão entre as partículas, sendo corrigido com solos argilosos e siltosos, com presença de partículas de minério de ferro. O método executivo compreenderá na conformação do talude, incorporação de uma camada de 50 cm de solo bem coeso e bem compactado, adição do solo orgânico na superfície a recuperar em uma camada com espessura entre 10 cm e 20 cm, seguida do gradeamento por métodos comuns de agricultura (grade de discos, rebocada por trator de pneus). Em solos muito compactos, deverá ser executada escarificação em sulcos de 0,50 m de profundidade mínima.

8.4. Principais Parâmetros para a Implantação da Revegetação

8.4.1. Monitoramento

O programa de monitoramento deve ser aplicado os aspectos de avaliação do desempenho das medidas de recuperação da área, utilizando técnicas de revegetação, as quais visam à proteção do solo da drenagem natural. Com isso, protegerá tanto os recursos hídricos na área de influência como também a mata ciliar, verificando a reabilitação das referidas áreas.

8.5. Irrigação

O projeto de irrigação será implantado na área recuperada, que terá aproximadamente 1,3 ha. Antes serão executados os projetos de retaludamento do local, implantação do projeto de drenagem e a revegetação do terreno, com o projeto de irrigação sendo implantado logo em seguida.

O projeto de irrigação supracitado terá como finalidade suprir as necessidades hídricas das espécies vegetais utilizadas para revegetação dos taludes. Devido às características do local, chegou-se à conclusão de que o sistema de microaspersão (micro spray fixo) seria adequado para os taludes e cerca viva, e o sistema de aspersão circular convencional seria o mais viável para as demais áreas, tanto pelo ponto de vista técnico quanto pelo ponto de vista econômico.

O sistema de irrigação irá reaproveitar a água que sai da lagoa de maturação, bombeando-a em períodos pré-estabelecidos aos sistemas de microaspersão e aspersão. Na caixa de passagem presente na saída do fluxo da lagoa, será instalado o conjunto motobomba, que irá recalcar uma vazão de 2m³/h nos períodos de irrigação. Estipulou-se um turno de rega (TR) = 7 dias e um período de Irrigação (PI) de 5 dias, considerando dois dias de folga (sábado e domingo).

As características dos sistemas são:

Microaspersão

- Microaspersor spray, fixo
- Vazão: 20 L/h
- Pressão de trabalho: 15 mca
- Espaçamento: 3 m
- Nº de microaspersores funcionando simultaneamente: 100
- Nº de microaspersores a ser adquirido: 1.110
- Modelo: Micro Spray IMPLERBRÁS, ou AMANCO Spray Microjet, ou similar.

DELBONI ENGENHARIA: Rua Guajajaras, 910 – Sl.1002 – Belo Horizonte/MG – Fone (31) 30724115

Aspersão:

- Aspersor de impacto, giro 360°
- Espaçamento: 12 m x 18 m
- Pressão de serviço: 20 mca
- Vazão: 2,0 m³/h
- Precipitação: 9,26 mm/h
- N° de aspersores funcionando simultaneamente: 02
- Modelo: bocal duplo 5,2 x 3,2, Eco A232 FABRIMAR, ou similar.

O tripé instalado junto ao tubo de subida do aspersor tem a função de deixá-lo firme e em uma posição fixa durante seu funcionamento, proporcionando estabilidade ao mesmo. Com base nos dados encontrados, foi calculado um tempo de irrigação (T_i) = 3,5 horas, considerando um tempo de mudança do aspersor (T_m) = 30 minutos, obtém-se, portanto um tempo necessário por posição (TNP) = 4 horas/posição. Serão dois aspersores funcionando simultaneamente, cujas posições serão modificadas pelo operador de acordo com os itinerários de aspersão da área, conforme mostrado na Figura 13.

A bomba selecionada foi a BC-92 S, da fabricante Schneider. A mesma foi escolhida por ser capaz de suprir a vazão e a altura manométrica estabelecidas, e trabalhar na tensão de 380 V do local. As especificações técnicas da mesma encontram-se nos anexos.

A vazão máxima a ser utilizada no projeto será de 2,0 m³/h, e a diferença de altura entre a saída da lagoa de maturação é de 10 metros. Todas as tubulações serão dispostas sobre o terreno, não havendo necessidade de escavações para sua instalação. Poderão ser colocadas estacas junto às tubulações para que estas fiquem mais firmes no terreno, principalmente as tubulações que estejam dispostas sobre as partes íngremes do local, evitando que estas venham a escorregar ou sair do alinhamento original.

Tabela 8 - Quantitativos do sistema de irrigação

ITEM	ESPECIFICAÇÃO	QUANTIDADE
Conjunto Motobomba	Schneider BC-92 S	01 unidade
Aspersor	Eco A232 FABRIMAR	02 unidades
Rede de Irrigação por Microaspersão	Tubo de PVC DN 50 mm	3.340 metros

Abaixo, segue o esquema da distribuição dos aspersores de irrigação, na área da ETE.

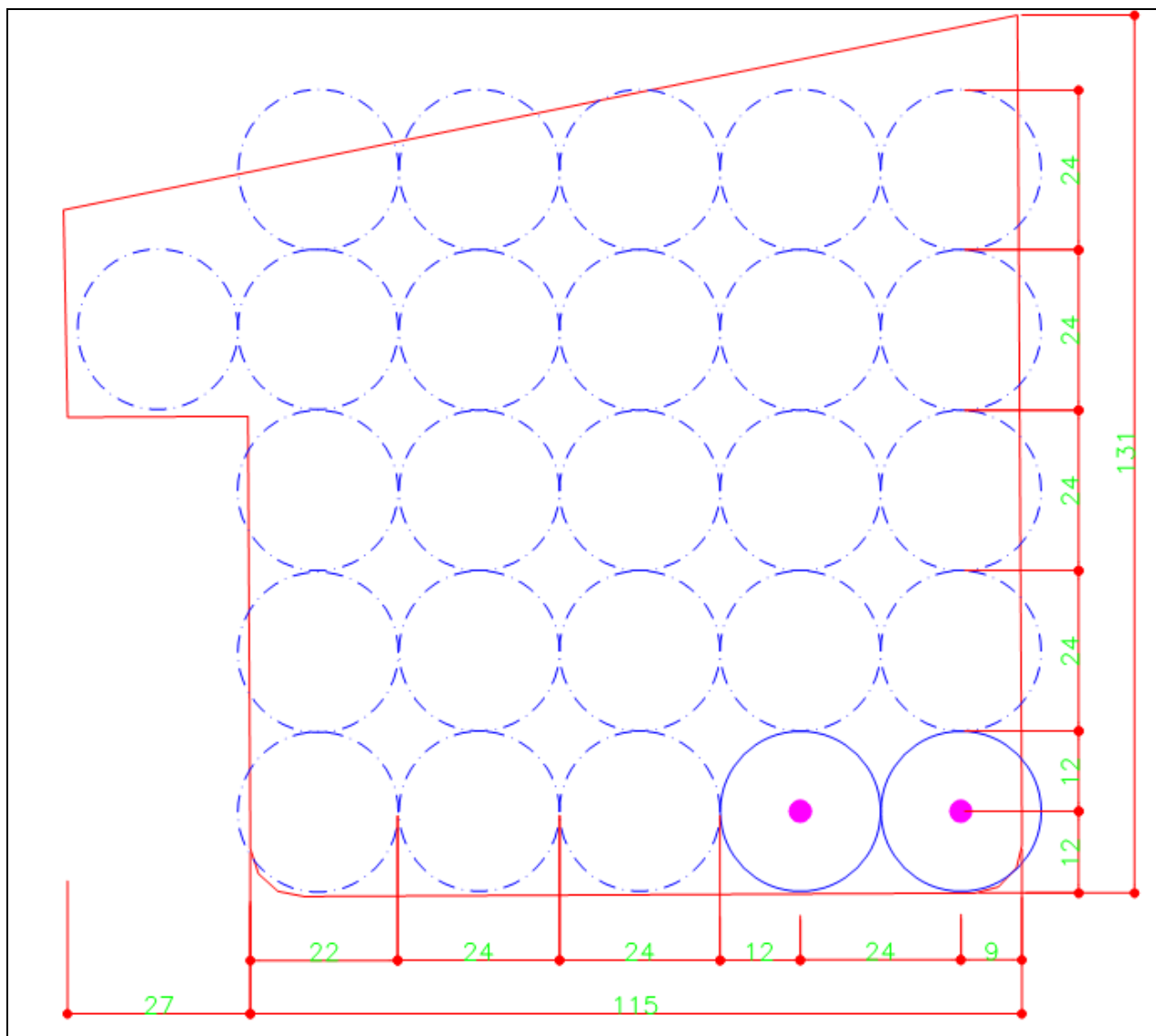


Figura 13 - Distribuição dos aspersores de irrigação.

9. DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA DE DRENAGEM PLUVIAL

O sistema de drenagem pluvial da ETE de Sento Sé envolve o estudo para a coleta e a condução das águas pluviais contribuintes do platô projetado e seus respectivos lançamentos.

9.1. Construção de Terraços e Sistema de Drenagem

O controle da erosão nos trabalhos de recuperação de área degradada ou erodida é importantíssimo para obter melhores resultados na infiltração das águas pluviais e evitar o carreamento de partículas desagregadas do solo.

Alguns itens devem ser sempre observados como prática para conservação do solo:

- Deverão ser feitas as manutenções periódicas dos taludes.
- O sistema de drenagem utilizado será definido segundo as condições de solo, declividades e clima.
- Quanto mais rápida for realizada a construção dos canais e valetas de drenagem, maior será a proteção à área.
- As valetas e canais em áreas com declividades maiores deverão ser, se possível, revestidas. O uso de sacos com solo-cimento, pedras de mão e outros materiais são métodos recomendados para o revestimento.
- É recomendável, ao longo do sistema de drenagem, construir caixas de passagem para a unificação do sistema.
- O uso de barreiras de amortecimento, como escadas, são utilizadas para dissipar a violência da água.

75

9.2. Nivelamento do Fundo de Vala

Após ser criada a vala para o escoamento, esta deverá ser trabalhada, nivelada no fundo e compactada e, depois, proceder-se-á a limpeza.

Os canais em formato de meia-cana serão em concreto, tendo a regularização do fundo da manilha meia cana em brita e concreto. A espessura para a regularização no fundo das manilhas meia –cana, deverá ser de:

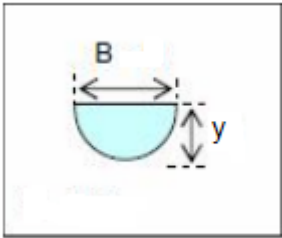
- **Para valas de dimensionamento de - 0,30, 0,40 e 0,50.....10 cm**
- **Para valas de dimensionamento de - 0,60 e 0,80.....10 cm**

9.3. Critérios e Parâmetros de Projeto

A seguir temos a metodologia utilizada para os cálculos de distribuição e dimensionamento das unidades de drenagens.

9.3.1. Dimensionamento do Canal Aberto

O formato geométrico do canal aberto a ser considerado no sistema de drenagem será em formato parabólico, conforme esquema abaixo, juntamente com suas dimensões.

Seção Parabólica	Área (A)	Perímetro Molhado (P)	Largura Superficial (B)
	$\frac{2}{3} By$	<p>Para $4 \cdot y/B > 1$</p> $\frac{B}{2} \left[\sqrt{1 + 16 \cdot \left(\frac{y}{B}\right)^2} + \frac{4 \cdot y}{B} \cdot \ln \left(\frac{4 \cdot y}{B} + \sqrt{1 + 16 \cdot \left(\frac{y}{B}\right)^2} \right) \right]$ <p>Para $0 < 4 \cdot y/B \leq 1$</p> $B + \frac{8}{3} \cdot \frac{y^2}{B}$	B

A *profundidade y* do escoamento é a distancia entre os pontos mais baixo da seção do canal e a superfície livre.

A notação da *largura da superfície líquida* é feita com a letra *B*.

A *área molhada A* é a seção transversal perpendicular à direção do escoamento, ocupada pela água.

Denomina-se *perímetro molhado P* o comprimento da linha de contorno da área molhada.

Raio hidráulico R é o resultado da divisão da área molhada pelo perímetro sólido molhado.

9.3.2. Índice Pluviométrico

Índice pluviométrico é o volume de chuvas que ocorre em um determinado local e num intervalo de tempo determinado (horas, dias, meses e/ou anos), coletadas por pluviômetros especializados em redes de postos pluviométricos e/ou estações meteorológicas convencionais ou automáticas. Estes valores de chuvas coletados diariamente são armazenados no Banco de Dados e, no final de cada mês, estes valores acumulados são analisados e disponibilizados para a sociedade em forma de mapas, tabelas e boletins.

Na Bahia, uma das instituições que monitora o índice de chuva é o INMET. O gráfico abaixo mostra a precipitação mensal monitorada pela estação Remanso, próxima ao município de Sento Sé. Em um período de 6 anos, de janeiro de 2010 a dezembro de 2015, a estação coletou um total de 2.680mm de chuva.

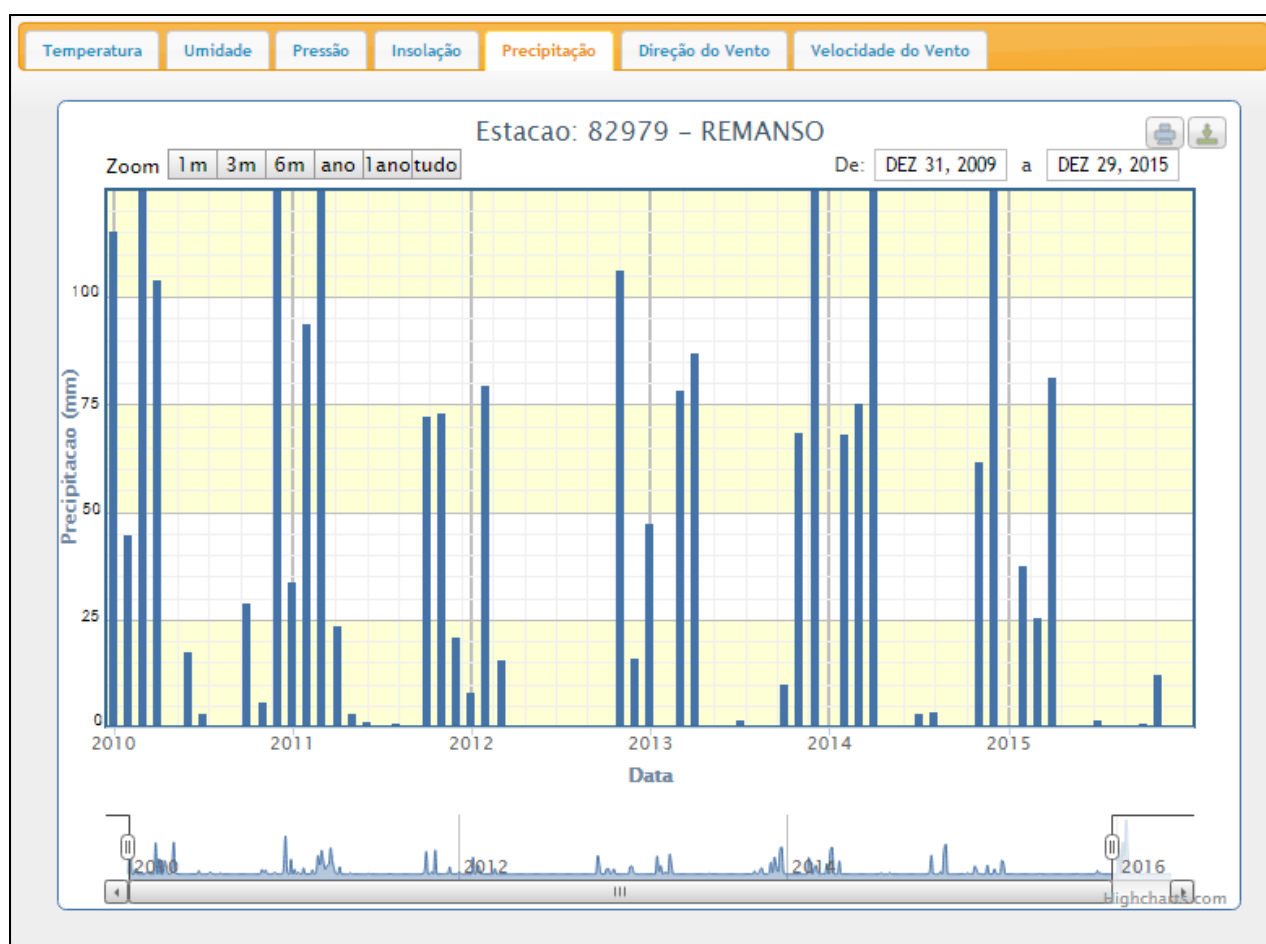


Figura 14 - Precipitação coletada pela estação Remanso

Fonte: INMET

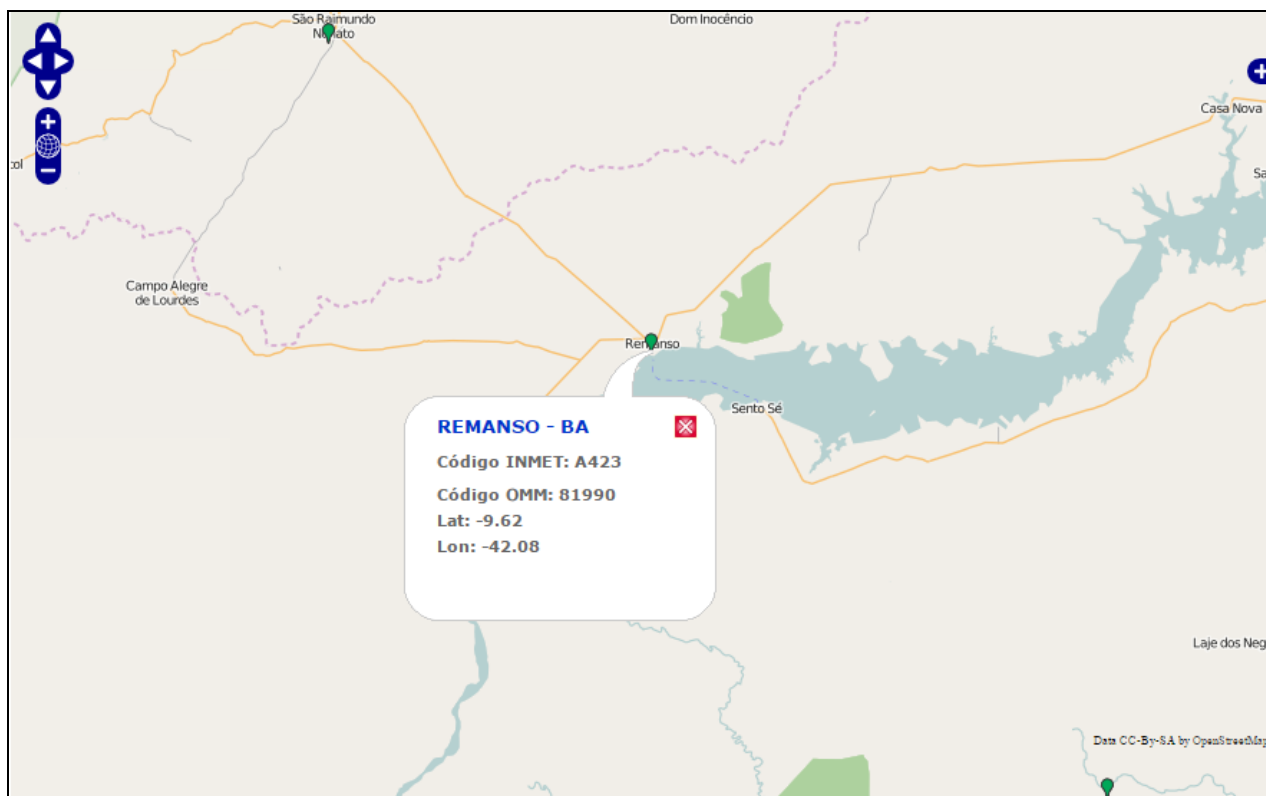


Figura 15 - Estação de monitoramento de chuva Remanso, próxima a Sento Sé

Fonte: INMET

78

9.3.3. Equação das Chuvas Intensas

Para a determinação da intensidade pluviométrica foi empregada a seguinte equação:

$$i = \frac{KT^a}{(t + b)^c}$$

Onde:

i é a intensidade pluviométrica em mm/hora

T é o tempo de recorrência da chuva considerada em anos

t é a duração da chuva em minutos

k, a, b, c - coeficientes de ajustamento específicos para cada localidade.

9.3.4. Tempo de Concentração (Tc)

O valor de **tc** é dado pela expressão do “**Califórnia Cuverts Practice, Califórnia Higways And Public Works**”.

$$tc = 57 \left(\frac{L^2}{I} \right)^{0,385}$$

Onde:

tc é o tempo de concentração em minutos

L é a extensão do talvegue principal em Km

I é a declividade do curso d’água em metro (m) por mil metros (‰).

9.3.5. Tempo de Recorrência (T)

O tempo de recorrência, medido em anos, define o fator de probabilidade de ocorrência de determinada chuva. Dadas as condições foram adotados os valores:

T = 05 anos para drenagem superficial (sarjetas, bocas de lobo e lançamentos em terreno natural)

T = 10 anos para galerias tubulares.

79

9.3.6. Método Racional

As vazões foram calculadas com base nas precipitações pluviométricas e dados físicos das sub-áreas a partir da expressão:

$$Q = 0,00278 \times C \times i \times A$$

Sendo:

Q = a vazão que se deseja calcular em m³/s

C = o coeficiente de deflúvio superficial ou Run-off

i = precipitação pluviométrica em mm/h

A = área da sub-bacia em km²

Valores de C recomendados pela ASCE

Superfície	C	
	Intervalo	Valor esperado
pavimento		
asfalto	0,70 - 0,95	0,83
concreto	0,80 - 0,95	0,88
calçadas	0,75 - 0,85	0,80
telhado	0,75 - 0,95	0,85
Cob.: grama solo arenoso		
Plano (2%)	0,05 - 0,10	0,08
Médio (2 a 7%)	0,10 - 0,15	0,13
alta (7%)	0,15 - 0,20	0,18
grama, solo pesado		
plano (2%)	0,13 - 0,17	0,15
Médio (2 a 7%)	0,18 - 0,22	0,20
declividade alta (7%)	0,25 - 0,35	0,30

9.3.7. Dimensões e resistências dos Tubos de Concreto para Águas Pluviais

80

A.1

Encaixe ponta e bolsa ou macho e fêmea de tubos

A.1.1

Os encaixes dos tubos previstos nesta Norma devem seguir os modelos apresentados na Figura A.1.

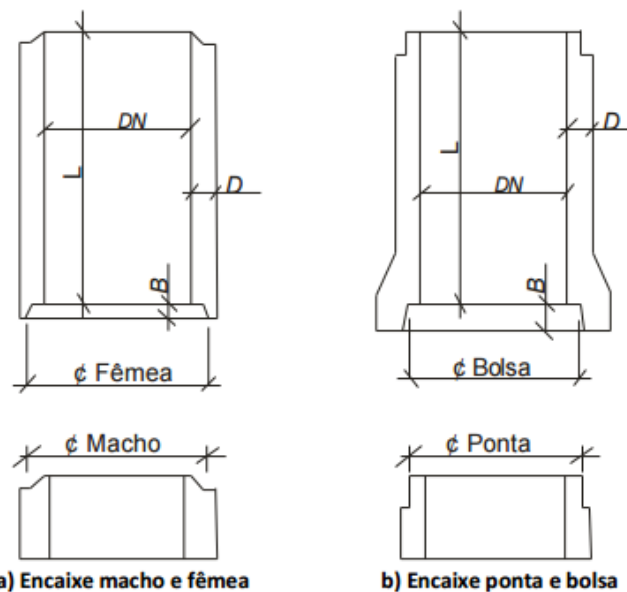


Figura A.1 – Semi-corte longitudinal típico de tubos com encaixe ponta e bolsa e macho e fêmea

Extraído da NBR 8890/2007

Tabela 9 - Dimensões dos tubos destinados a esgotos sanitários e de águas pluviais com junta elástica

Diâmetro nominal DN	Comprimento útil mínimo do tubo L	Comprimento mínimo da bolsa B	Espessura mínima de parede D*
200	2 000	50	45
300	2 000	60	50
400	2 000	65	50
500	2 000	70	55
600	2 000	75	65
700	2 000	80	70
800	2 000	80	80
900	2 000	80	85
1 000	2 000	80	90
1 100	2 000	80	100
1 200	2 000	90	100
1 300	2 000	90	115
1 500	2 000	90	120
1 750	2 000	100	150
2 000	2 000	100	180
<p>Nota 1</p> <p>O Atendimento das dimensões estabelecidas nesta Tabela não elimina a necessidade de verificação dos requisitos de resistência à compressão diametral e demais requisitos estabelecidos nesta Norma.</p>			
<p>Nota 2</p> <p>As espessuras mínimas definidas são válidas para a menor classe de resistência prevista nesta Norma (EA2). Para resistências superiores, deve ser apresentado projeto específico</p>			

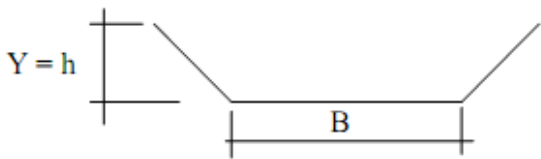
Extraído da NBR 8890/2007

9.3.8. Canal Aberto

A coleta e a condução das águas pluviais será através de canais abertos, tipo meia-cana em concreto, **com diâmetro de 600 mm** e com **declividade de 2,39%**. Nos taludes os lançamentos para os canais deverão acompanhar a declividade do terreno.

CÁLCULO DE CANAL ABERTO

Dados	Resultados
- Vazão (m ³ /s)	0,00
- Coef. Manning (n)	0,012
- Declividade (m/m)	0,0239
- Y (tentativa) (m)	0,30
- Z (m) :	0,00
- B (m) :	0,60



Chuvras Q = 0.00278 CIA

0,00278

0,20 C

2,14 I (mm/h)

0,55 A (ha)

0,0007 Q (m3/s)

Conclusão

- Para atender as normas para canais, com lâmina máxima a 80% da altura do canal, a mesma terá h = 0,30 m, uma vez que a altura calculada da lâmina foi de 0,24 m. A largura do fundo do canal será de 0,60 m, foi adotado o coeficiente de manning de 0,012 (canais em concreto com o acabamento liso. - Paschoal Silvestre)

82

A rede de drenagem a ser projetada, a partir de canaletas abertas, será no total de 1.242,41 m. A rede de drenagem total da ETE será de 1.510,75m, incluindo a rede de canaletas existentes e a serem projetadas.

Tabela 10 – Quantitativo da extensão da rede de drenagem

Rede de Drenagem	Extensão
A ser projetada	1.242,41 m
Existente	268,34 m
Total	1.510,75 m

10. URBANIZAÇÃO

As áreas de acesso ao trânsito dentro da ETE serão cobertas com brita, de modo a permitir a percolação das águas pluviais. O mesmo tipo de brita também será utilizado para cobrir a parte superior dos DAFA's, como isolante térmico. Haverá uma escada metálica para o acesso à parte superior dos DAFA's, e também uma passarela metálica para a passagem de um lado para o outro.

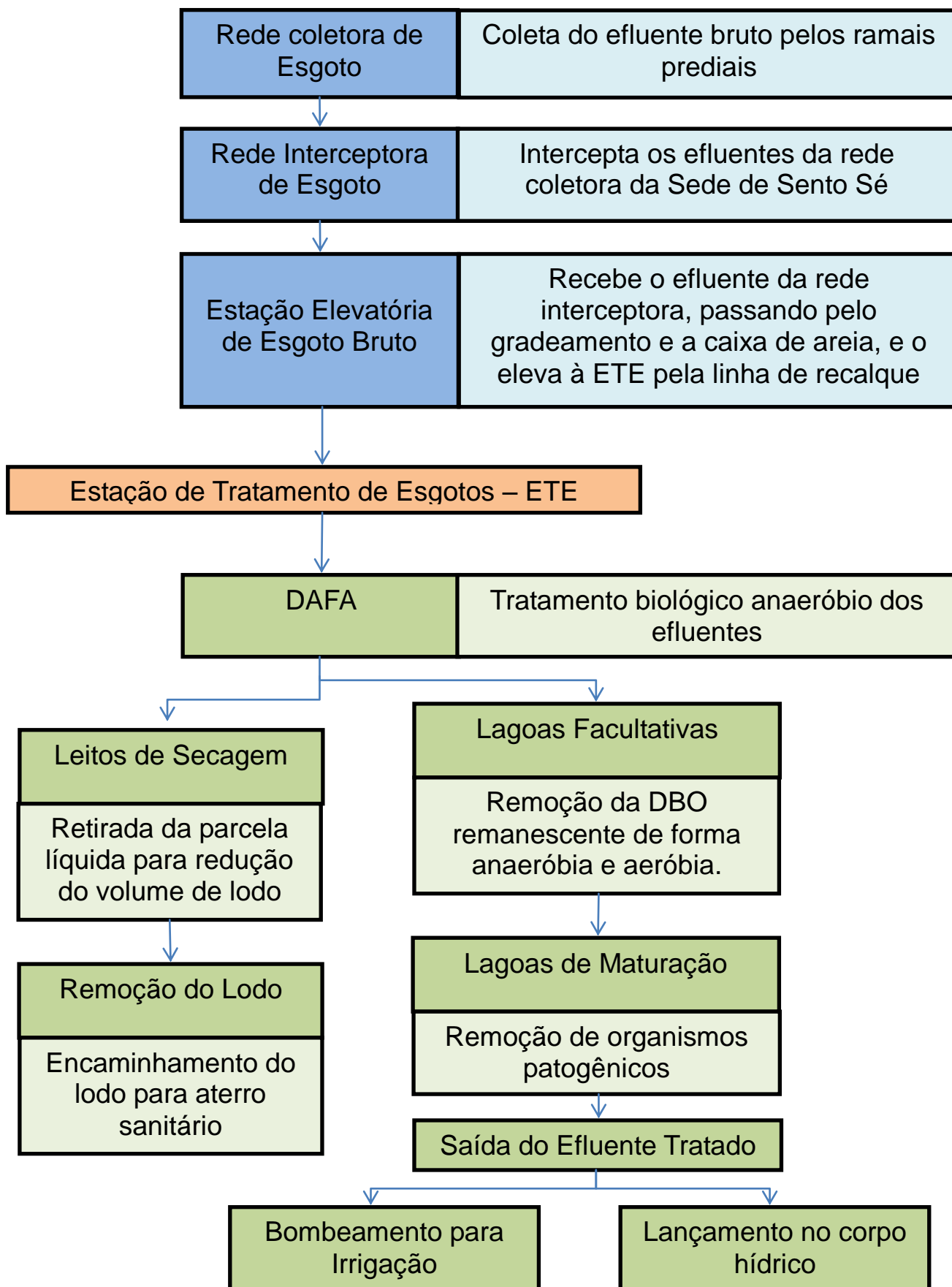
A parte elétrica da área da ETE, incluindo a iluminação externa, será controlada da Sala Elétrica, existente na Casa de Controle, o motor para irrigação será acionado no local de instalação deste, após a lagoa de Maturação. Para operar a ETE é necessário um operador diariamente, controlando a entrada de efluentes e o seu direcionamento.

Alguns quantitativos relacionados à urbanização estão descritos na tabela a seguir.

Tabela 11 - Quantitativos dos aspectos de urbanização em geral

ITEM	ESPECIFICAÇÃO	QUANTIDADE	TOTAL
Brita	Das ruas	297,62 m ³	317,02 m ³
	Dos DAFA's	19,40 m ³	
Tampas em concreto para as caixas de passagem	1,70m X 1,50m	08	17 unidades
	1,20m X 1,10m	08	
	1,50m X 1,10m	01	
Postes de iluminação com lâmpadas e proteção	-	54	54 unidades
Passarela metálica entre os DAFA's	7,70m X 0,40m	01	01 unidade
Escada metálica	2 lances medindo 0,80m de largura e 2,40m de altura. Altura total 4,20m.	01	01 unidade

11. FLUXOGRAMA SIMPLIFICADO DO FUNCIONAMENTO DO SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO



84

12. ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS – MANUAL DE MANUTENÇÃO, PRÉ-OPERAÇÃO E OPERAÇÃO DAS UNIDADES DO SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO.

Os esgotos e águas residuárias da sede do município são originários dos despejos provenientes das diversas modalidades do uso e da origem das águas, tais como: doméstico, comercial, industrial e pluvial. Os esgotos sanitários são constituídos essencialmente de despejos domésticos, e de uma pequena parcela de águas pluviais que penetram na tubulação (águas de infiltração). Ou seja, são constituídos basicamente de água de banho, urina, fezes, papel, restos de comida, sabão, detergentes e águas de lavagem.

O que se verifica, na prática, é que além dos materiais acima listados, são acrescidas aos esgotos sanitários águas pluviais em quantidade superior ao previamente previsto (contendo areia, terra, lixo, gorduras, etc.), ou acrescido de forma voluntária lixo, terra, areia, óleos e outros resíduos. Além disso, a gordura que deveria ser retida nas caixas de gorduras é lançada em grande parte nos ramais prediais e conseqüentemente no sistema de coleta, tornando necessárias intervenções sistemáticas de operação, ou adoção de procedimentos operacionais, para que os sistemas de esgotamento sanitários funcionem conforme previsto em projeto.

Os procedimentos operacionais e de manutenção do sistema de esgotamento sanitário serão mencionados de acordo com as unidades constituintes, indicando as ações necessárias ao bom desenvolvimento e rendimento das unidades.

85

12.1. Descrição Sucinta da Concepção do Sistema de Esgotamento Sanitário

O efluente produzido pela população da sede urbana de Sento Sé é encaminhado pelos Ramais Prediais para as Redes Coletoras e Redes Interceptoras, que o interceptam, encaminhando para a Estação Elevatória de Esgotos. Na Estação Elevatória de Esgotos, o efluente recebe o tratamento primário, passando por um gradeamento e uma caixa de areia, para a retenção dos sólidos grosseiros em suspensão, e depois é recalcado para a Estação de Tratamento de Esgotos de Sento Sé, através de uma linha de recalque.

O efluente chega até a Estação de Tratamento de Esgotos, e é conduzido sobre pressão ao DAFA, onde receberá o tratamento anaeróbio, sendo o seu lodo encaminhado para os Leitos de Secagens, e o seu efluente para as Lagoas Facultativas. Nestas, o efluente recebe um tratamento aeróbio e anaeróbio, e após este tratamento o efluente é encaminhado para as Lagoas de Maturação, onde ocorre a remoção de elementos patogênicos. Após este tratamento, uma parte do efluente é encaminhada para o reuso desta água, no processo de irrigação dentro desta Estação de Tratamento de Esgotos, e a outra parte do efluente já tratado, é descartada no Rio São Francisco.

12.2. Ramal predial

Ramal Predial ou Ligação Predial é o trecho de canalização que, partindo do coletor, alcança o alinhamento da rua. A partir desse ponto, começa a instalação predial, dentro dos limites da propriedade beneficiada. A execução da ligação predial é feita normalmente por solicitação do interessado quando a rede coletora encontra-se em execução ou já em funcionamento (Tsutiya, M. & Sobrinho, P. 1999).

As ligações das unidades domiciliares ao sistema de coleta e transporte de esgoto sanitário devem ser executadas sob alguns requisitos de forma a evitar problemas de entupimento da rede coletora. Um desses requisitos consiste na declividade dessa tubulação, que deve ser igual ou superior a 2%. Outra condição para execução das ligações é a existência de caixa de gordura na unidade.

Além disso, as ligações de esgoto não devem ser executadas junto a pontos de coleta de drenagem pluvial e não devem ser permitidos desalinhamentos horizontais ou, principalmente, verticais entre caixas de inspeção ou entre caixa de inspeção e rede coletora. As caixas de inspeção devem estar sempre bem tampadas dificultando a entrada de lixo, areia, etc., no sistema de coleta e transporte de esgoto juntamente com águas pluviais.

Em caso de entupimento, a desobstrução deve ser feita com equipamento do tipo High Velocity, ou reparar, corrigindo o defeito.

12.2.1. Manutenção Preventiva e Corretiva

86

A manutenção preventiva dos ramais prediais através do High Velocity envolve os seguintes procedimentos:

Trecho passeio - rede coletora:

- Estaciona o High Velocity paralelo ao meio fio com o fundo do equipamento próximo à caixa de inspeção.
- Sinaliza local do serviço com placa e cone.
- Retira os materiais e ferramentas para execução da desobstrução.
- Equipe veste os EPI's complementares necessários:
 - Bota de borracha cano longo
 - Protetor facial
 - Luva de PVC cano longo
 - Agasalho impermeável
- Abre a caixa de inspeção.
- Desenrola a mangueira.
- Introduz a mangueira na tubulação que liga a caixa à rede coletora.
- Liga o equipamento de limpeza (bomba de 300 psi).
- Orienta a mangueira no deslocamento em direção à rede coletora até atingir a mesma.

- Jato de água faz com que a mangueira se desloque para frente ao tempo em que desmancha os materiais depositados na rede e transporta para a caixa de inspeção.
- Material mais fino segue em direção a rede coletora e o mais grosso fica retido na caixa e é removido para um balde e colocado em balde maior, no caminhão High Velocity.

A manutenção corretiva se faz a partir da ruptura do pavimento, escavação de vala, retirada do trecho de tubo quebrado ou entupido com paralelo, ou amassado, ou quebrado, etc. e instalação de novo tubo no trecho, observando os alinhamentos vertical e horizontal da tubulação existente.

Trecho da caixa do passeio para a parte interna do imóvel:

- A manutenção do ramal interno é de responsabilidade do cliente, entretanto faz-se a limpeza desse trecho partindo da caixa de inspeção no passeio até onde o equipamento pode ir, ou seja:
- Estaciona o High Velocity paralelo ao meio fio com o fundo do equipamento próximo à caixa de inspeção.
- Sinaliza local do serviço com placa ou cone.
- Retira os materiais e ferramentas para execução da desobstrução.
- Equipe veste os EPI's complementares necessários:
 - Bota de borracha cano longo
 - Protetor facial
 - Luva de PVC cano longo
 - Agasalho impermeável
- Abre a caixa de inspeção.
- Desenrola a mangueira.
- Introduz a mangueira na tubulação que vem do imóvel.
- Liga o equipamento de limpeza (bomba de 300 psi).
- Orienta a mangueira no deslocamento em direção à parte interna do imóvel.
- Jato de água faz com que a mangueira se desloque para frente ao tempo em que desmancha os materiais depositados na rede e transporta para a caixa de inspeção.
- Material mais fino segue em direção a rede coletora e o mais grosso fica retido na caixa e é removido para um balde e colocado em balde maior, no caminhão High Velocity.
- Fecha-se a caixa de inspeção.
- Faz-se a limpeza final removendo o material para o balde no caminhão.

12.3. Rede Coletora e Rede Interceptora

A rede coletora de esgotos é composta por um conjunto de tubulações que deve receber e conduzir os esgotos dos domicílios até o ponto mais baixo da bacia de drenagem, de onde os mesmos devem ser encaminhados ao sistema de tratamento. As

DELBONI ENGENHARIA: Rua Guajajaras, 910 – Sl.1002 – Belo Horizonte/MG – Fone (31) 30724115

canalizações desses coletores são projetadas para funcionarem como condutos livres e, como os esgotos apresentam uma grande quantidade de sólidos, é preciso que essas canalizações tenham dispositivos acessórios que evitem ou minimizem entupimentos em pontos especiais como curvas ou encontro de tubulações. O acessório comumente utilizado para tal fim é o poço de visita.

O poço de visita (PV) é uma câmara que, através de uma abertura em sua parte superior, permite o acesso de pessoas e equipamentos para executar serviços de manutenção. Tradicionalmente, utilizam-se poços de visita em início de coletores, nas mudanças de declividade, direção, diâmetro e material, na reunião de coletores e onde há degraus e tubos de queda. A distância máxima entre PV's é aquela que permite o alcance dos instrumentos de desobstrução e limpeza, normalmente 100 m (Tsutiya, M. & sobrinho, P. 1999).

12.3.1. Manutenção Preventiva e Corretiva

O funcionamento da rede coletora de esgoto é por gravidade e não requer operação, somente limpeza preventiva contra entupimentos. Nos trechos de montante, onde as vazões médias reais são mais baixas, ocorre deposição de materiais sedimentáveis como areia, restos de comida proveniente de pias das cozinhas, matéria orgânica das excretas humanas, etc. É inevitável, apesar de proibido, o lançamento de águas pluviais na rede coletora de esgoto sanitário e estes lançamentos quase sempre vêm acompanhados de areia, terra e outros resíduos sólidos. Em decorrência desses lançamentos irregulares, das condições inadequadas de funcionamento dos trechos de montante, etc. recomenda-se que a rede coletora de esgoto seja lavada preventivamente, uma vez por ano, com hidrojateamento da rede à pressão máxima de 300 psi, com equipamento tipo High Velocity. Este procedimento pode reduzir o número de intervenções anuais devido a entupimentos e/ou obstruções.

A manutenção corretiva através do High Velocity deve ocorrer sempre que necessário, garantindo o escoamento normal na rede coletora. Essa manutenção envolve os seguintes procedimentos:

- Estaciona-se o High Velocity no eixo da tubulação ou ao lado, com o fundo próximo ao PV imediatamente a jusante do que se encontra extravasando.
- Sinaliza-se com cones e placas para se evitar acidentes.
- Equipe veste os EPI's complementares e adequados ao serviço:
 - Bota de borracha cano longo
 - Protetor facial
 - Luva de PVC cano longo
 - Agasalho impermeável
- Destampa-se o poço de visita que extravasa e o de jusante, onde se encontra estacionado o High Velocity.
- Retira-se mangueira do carro e com o guia introduz no tubo coletor em direção ao PV que se encontra extravasando.

- Liga-se o equipamento de limpeza (bomba de 300psi) e orienta a mangueira para penetração no tubo.
- O jato de água remove o material depositado e empurra a mangueira no tubo até chegar no PV que extravasa.
- À medida que se recolhe a mangueira, a mesma é lavada e enrolada no carretel.
- Retira-se o material retido no PV com balde e coloca no Caminhão.
- Tampa os PV's, faz-se a limpeza possível, e aplica-se jato de água no local.
- Conclui-se a ordem de serviço.
- Recolhem-se os equipamentos usados, EPI's e sinalizadores (placas e cones).
- Retira o caminhão do local.

O sucesso da operação depende da causa da obstrução. Se a obstrução for causada por deposição de material possível de desintegrar com jato de água – ou material que não desintegra, mas possível de passar com facilidade na tubulação – a operação é realizada com sucesso. Outros materiais que possam vir a obstruir a rede, principalmente em partes com diâmetro menor, tornam praticamente impossível sua desobstrução com jato de água.

Além da manutenção por hidrojateamento, existem outros equipamentos que permitem a limpeza e desobstrução por aspiração e alta pressão. Existem situações que tornam a sucção do esgoto indispensável, como no caso de PV's que se encontrem extravasando. Esta operação só é possível com o caminhão High Velocity tipo combinado.

Recomenda-se que a equipe de operação faça vistorias do funcionamento da rede mais frequentemente nas áreas de baixa densidade, onde a vazão de esgoto é menor e a probabilidade de sedimentação de material é maior.

A implantação de caixa e PV's com tampão de ferro pode aparentar mais cara em relação ao tampão de concreto inicialmente, mas evita problemas como: aspecto visualmente desagradável dos passeios ou ruas nos locais das caixas ou PV's; perigo iminente de acidente com transeuntes e veículos; custo para restauração das tampas (em média uma vez por ano), etc. Essas tampas metálicas devem evitar contribuições de águas pluviais para a rede coletora.

Recomenda-se ainda a fiscalização frequente dos lançamentos na rede coletora, a fim de evitar lançamentos de esgotos tóxicos, óleos, entre outros.

No caso de rompimento ou entupimento da rede coletora haverá um transbordamento do esgoto na área afetada na cidade. Esse esgoto poderá, temporariamente, ser lançado na rede de drenagem pluvial existente nas ruas da cidade, até que sejam feitos os reparos necessários ao funcionamento normal da rede. É importante conscientizar a população sobre os riscos do lançamento do esgoto a céu aberto, de forma que, ao primeiro sinal de transbordamento, os moradores informem a equipe de operação do sistema para que o problema seja solucionado o mais breve possível.

12.4. Estação Elevatória e Linha de Recalque

Todas as vezes que, por algum motivo, não seja possível sob o ponto de vista técnico e econômico, o escoamento do esgoto pela ação da gravidade, será necessário o uso de instalações que transmitam ao líquido, energia suficiente para garantir tal escoamento. Tais instalações são comumente conhecidas como Estações Elevatórias (EE).

Nas EE de esgoto, as bombas normalmente são controladas automaticamente através de sensores que detectam os níveis máximo e mínimo do líquido no poço de sucção. No projeto do Município de Sento Sé utilizou-se sensores tipo bóia, que, ao atingir o NA máximo, muda de posição e aciona a bomba, e ao atingir o NA mínimo, o conjunto moto-bomba é desligado automaticamente. A bóia está localizada, em zona calma, afastada da turbulência do esgoto.

A energia elétrica que alimenta o conjunto moto-bomba é fornecida pela COELBA; em caso de falta desta, entra automaticamente em funcionamento um grupo de gerador de energia elétrica para substituir a alimentação da COELBA.

12.4.1. Operação

Gradeamento

Dispositivo formado por barras paralelas metálicas igualmente espaçadas, instaladas no início de tratamento, classificado como Tratamento Primário. Sua função é de reter sólidos grosseiros assim como: estopas, plástico, pedras, latas etc. São projetadas com aberturas entre as barras que variam de 2 a 4 cm, inclinadas a um ângulo de aproximadamente 60°. De hora em hora as grades devem ser limpas com rastelo para evitar caminhos preferenciais, ocasionando a passagem ou arraste destes materiais para as unidades subsequentes. O material gradeado é altamente insalubre, e depois de seco deve-se aplicar cal e condicioná-lo em tambores com tampa, evitando assim presença de moscas. O material retido no gradeamento deve ser enviado a aterro sanitário ou enterrado na própria estação a uma profundidade de aproximadamente 50 cm.

Ferramentas:

- Rastelo ou ancinho com cabo de aproximadamente de 2,00m.
- Mangueira de água
- Equipamentos (EPI):
 - Camiseta
 - Calça de terbrim
 - Botina de couro com solado de PVC.

No caso do Sistema de Esgotamento de Sento Sé, o gradeamento é instalado em todas as Estações Elevatórias de Esgotos.

Desarenador

Projetado para receber material inerte (areia, seixo, pedriscos, carvão etc.) a fim de evitar o entupimento e obstrução de canalizações e ainda impedir a formação de depósitos de areia no fundo do reator. A retenção da areia é feita devido à baixa velocidade com que o esgoto passa por esta unidade, com isso também ocorre a sedimentação de matéria orgânica, que deve ser removida através de injeção de ar.

A areia deve ser removida semanalmente ou quando se fizer necessário, a demora da retirada causa entupimento da tubulação de descarga para a caixa de areia. O material removido na caixa de areia deverá ser encaminhado a um aterro sanitário. Neste material deverá ser aplicada cal virgem ou hidratada para evitar proliferação de moscas, bem como para a eliminação de mau cheiro. Após a remoção do material, deve-se lavar as paredes da caixa de areia ou caçambas.

No caso do Sistema de Esgotamento de Sento Sé, o desarenador é instalado em todas as Estações Elevatórias de Esgotos, a jusante do gradeamento.

12.4.2. Manutenção Preventiva e Corretiva

Esse gerador deve ser colocado em funcionamento a cada dois dias durante 5 minutos para manutenção da bateria e para garantir que o mesmo está em boas condições.

Quando houver necessidade de manutenção de uma linha de recalque ou, em casos extremos, de não haver fornecimento de energia elétrica e o gerador da estação estiver também em manutenção, o esgoto afluyente deverá ser, temporariamente, lançado no rio através do extravasor concebido à montante da Estação Elevatória. Nesse caso haverá danos ao meio ambiente e recomenda-se que a manutenção seja realizada o mais breve possível.

91

12.5. DAFA

12.5.1. Operação do DAFA

Processos Biológicos do DAFA

Os processos biológicos se fundamentam no metabolismo de bactérias acidogênicas, metanogênicas e acetogênicas que se alimentam do material orgânico existente no esgoto. Dois grupos de bactérias são responsáveis pela degradação: as bactérias aeróbias e anaeróbias. A diferença fundamental entre esses dois grupos reside no fato de que o desenvolvimento das aeróbias só é possível quando da existência de oxigênio livre e as anaeróbias produzem energia através de compostos orgânicos.

Com relação ao fenômeno que se opera dentro do reator, podemos afirmar que o processo da estabilização da matéria orgânica em forma de material graxo, proteínas e carboidratos se desenvolvem em quatro etapas:

- Em primeira etapa se produz a hidrólise (quebra) ou rompimento das cadeias polímeras, em compostos mais simples.

- Os produtos derivados da hidrólise são então reduzidos em ácidos graxos voláteis, assim como gás Carbônico e hidrogênio. Isso ocorre devido a catalização de bactérias chamadas de fermentativas ou acidogênicas.
- Na continuação, outro grupo denominado de acetogênicas, transforma os compostos anteriores em acetato. De forma similar à etapa anterior nesse passo se produz também gás carbônico e hidrogênio.
- Finalmente outro grupo de bactérias denominadas de metanogênicas, cumpre a função de transformar o acetato em metano. Além do metano (=70%) e gás carbônico (=30%) o biogás contém outro gás como nitrogênio, hidrogênio e ácido sulfúrico (H₂S) com concentrações inferiores a 1%.

Outros Aspectos a serem ressaltados são as condições de temperatura e acidez. A baixa temperatura afeta a velocidade da reação bioquímica e influencia na eficiência do tratamento.

Calha Parshall

A calha Parshall permite aferir a vazão num dado ponto, e admite diferentes larguras na sua região mais estreita (garganta). A mesma não necessita de cuidados especiais, apenas requer atenção para evitar a formação de gorduras nas bordas. Deve ser inspecionada por ocasião da limpeza da grade e na hora de se medir a vazão afluente.

Biogás

Um dos principais produtos da digestão anaeróbia é o biogás, uma mistura de gás carbônico (CO₂), gás metano (CH₄), gás sulfídrico (H₂S), Nitrogênio (N₂) e outros. Este pode ser lançado no ar ou usado como combustível. Usualmente, o biogás é retirado por tubos que vão a aproximadamente dois metros acima do nível do reator. O biogás por si só não traz perigo, porém no interior do reator pode causar sufocamento pela falta de oxigênio.

Correção do pH

Normalmente o reator trabalha com um pH na faixa de 6,5 a 7,5, faixa considerada ótima para a operação. Quando o pH cai abaixo de 6,5 significa perigo. Deve-se cuidar para que o reator não se acidifique, o que provoca aumento do mau cheiro no reator e também um desbalanceamento biológico pela predominância das bactérias acidogênicas. Para reequilibrar o pH, é necessário aplicar cal hidratada. A aplicação poderá ser feita com solução saturada de água de cal até que retorne às condições normais. O acompanhamento pós-aplicação é indispensável, pois o pH pode vir a cair e será necessário corrigi-lo novamente.

12.5.2. Instruções detalhadas para a partida inicial do DAFA

12.5.2.1. Partida e operação do DAFA

Os procedimentos durante a partida do reator referem-se principalmente à inoculação e à alimentação com efluentes.

Inoculação do reator anaeróbio: O lodo a ser utilizado como inoculador deve ser floculento e possuir uma concentração de sólidos suspensos totais igual a 616,86 kg/d. O volume total de lodo necessário é de 15,12 m³/d. A inoculação deve ser feita com o reator vazio, adotando-se os seguintes procedimentos:

- a) transferir o lodo de inoculo para o reator, cuidando para que ele seja descarregado no fundo do reator, evitando turbulências e contato excessivo com o ar;
- b) deixar o lodo em repouso por um período aproximado de 12 a 24 horas, possibilitando a sua adaptação gradual à temperatura ambiente.

Alimentação do reator com efluentes:

- a) Após o término do período de repouso, iniciar a alimentação do reator com efluentes, até que se atinja aproximadamente a metade de seu volume útil;
- b) deixar o reator sem alimentação por um período de 24 horas;
- c) continuar o processo de enchimento do reator, até que atinja o seu volume total (nível dos vertedores do decantador);
- d) deixar o reator novamente sem alimentação por outro período de 24 horas. Ao término deste período, retirar novas amostras para serem analisadas e proceder como anteriormente;
- e) caso os parâmetros analisados estejam dentro das faixas estabelecidas, propiciar a alimentação contínua do reator;
- f) implantar e proceder monitoramento de rotina do processo de tratamento.

12.5.2.1.1. Caracterização dos efluentes

Os efluentes deverão ser caracterizados, principalmente em termos de vazão e concentrações de DQO, Nitrogênio Total Kjeldhal, Fósforo Total, pH e Temperatura. Estas características deverão ser corrigidas, caso seja necessário. A presença de substâncias potencialmente inibidoras do tratamento deverá ser previamente investigada.

12.5.2.1.2. Produção de biogás

Nos reatores de manta de lodo a produção de biogás é muito importante para a boa mistura do leito de lodo. Entretanto, taxas muito elevadas de produção de gás podem afetar negativamente a partida do processo, porque o lodo pode se expandir

excessivamente em direção à parte superior do reator, sendo perdido juntamente com o efluente. Se necessário, o biogás deve ser oxidado nos queimadores.

12.5.2.1.3. Fatores Ambientais

Para uma partida ótima do sistema, é desejável que os fatores ambientais sejam favoráveis, de acordo com as seguintes diretrizes principais:

- Quando possível, a temperatura no interior dos reatores deve ser próxima à faixa ótima de crescimento das bactérias anaeróbias (25-30°C). No caso do tratamento de esgotos domésticos, tais temperaturas não são factíveis de serem atingidas, fazendo com que a partida do sistema não se dê em condições ótimas de temperatura, porém, na região Nordeste estas temperaturas são facilmente atingidas, daí o desempenho do reator ser otimizado.
- O pH deve ser mantido sempre acima de 6,2 e preferencialmente na faixa de 6,8 a 7,2;
- Todos os fatores de crescimento (N, P, S e micronutrientes) devem estar presentes em quantidades suficientes;
- Os compostos tóxicos devem estar ausentes em concentrações inibidoras. Caso contrário, deve ser propiciado um tempo suficiente para a aclimatização das bactérias.

94

12.5.2.1.4. Controle analítico do reator

Deverá ser empreendido um controle analítico sobre os esgotos à entrada e à saída do reator e do lodo em pontos de amostragem em diferentes profundidades. As principais variáveis de controle dos esgotos são a DQO (e a DBO, por tratar-se de parâmetro da legislação), pH, temperatura, concentração de ácidos voláteis e alcalinidade de bicarbonatos. Controle de pH e temperatura deve ser feito pelo menos uma vez por dia, enquanto que as demais características devem ser analisadas pelo menos uma a duas vezes por semana. Do lodo, é importante o controle da concentração de sólidos em suspensão voláteis ao longo da profundidade da zona de manto.

12.5.3. Manutenção Preventiva e Corretiva

Para o bom desempenho do DAFA, será necessário inspecionar de hora em hora o dispositivo de distribuição de vazão (câmara divisória), se houver caixas alimentadoras obstruídas, efetuar a desobstrução com auxílio de uma mangueira de PAD, com tamanho suficiente que vá até o fundo do reator. Deve ser feito movimentos para cima e para baixo por várias vezes até notar-se que o tubo está livre novamente. Quanto à saída do esgoto tratado, deve-se verificar se está ocorrendo desnível no vertedor periférico, o que resultará em caminhos preferenciais e conseqüentemente arraste de sólidos, diminuindo a eficiência do reator. Tanto a câmara divisória quanto o canal de esgoto tratado deverão ser escovados todos os dias, evitando acúmulos de gorduras e também mau cheiro. Normalmente na superfície líquida interna dos reatores,

DELBONI ENGENHARIA: Rua Guajaras, 910 – SI.1002 – Belo Horizonte/MG – Fone (31) 30724115

forma-se uma camada composta de gorduras, óleos minerais e lignina, denominada de espuma. Quando em grandes quantidades, essa espuma sai da zona de digestão (parte interna do reator) e vai para zona de decantação (parte externa do reator). A mesma é arrastada junto ao efluente provocando baixa eficiência na unidade. Além de causar mau cheiro, deixa uma impressão de negligência no reator. Quando necessário, remover. Com auxílio de cata-folhas ou caminhão de sucção a vácuo, retirar a espuma e acondicioná-la em tambores fechados ou enviar a aterro sanitário. Jatear com água de mangueira pelo menos duas vezes por semana para evitar a formação da espuma. Manter sempre fechadas as tampas de inspeção, localizadas na superfície do reator, abrindo-as apenas quando for necessário.

Ferramentas:

- Tubo de PAD tamanho variável dependendo da profundidade do reator
- Vassourão com cabo longo
- Rodo
- Mangueira

Equipamentos:

- Bota de borracha cano longo
- Protetor facial
- Luva de PVC cano longo
- Agasalho impermeável

Retirada do Excesso de Lodo

A fim de evitar que o lodo no interior do reator comece a escapar, recomenda-se que sejam realizadas análises de sólidos sedimentáveis no efluente para determinar a necessidade de retirada. Se o resultado da análise for superior a 2,5 ml/L, indica excesso de lodo no reator, devendo-se realizar o descarte. Deve-se cuidar para não executar esta operação erroneamente, pois poderá haver arraste da camada de espuma superficial junto com o efluente tratado. Por isso, antes de descartar o lodo, é necessário observar estes detalhes.

12.6. Lagoas Facultativas e de Maturação

12.6.1. Operação

A simplicidade conceitual das lagoas de estabilização traz como consequência a própria simplicidade dos procedimentos de operação e manutenção. As lagoas são inerentemente simples, e devem ser projetadas para que assim o sejam ao longo da sua rotina operacional. É neste ponto que reside a grande sustentabilidade do tratamento de esgotos por lagoas de estabilização, principalmente para as nossas condições de país em desenvolvimento. No entanto, a simplicidade operacional não deve ser um meio caminho para o descaso com a estação e com o processo. Há uma série de procedimentos de operação e manutenção que devem ser executados dentro de uma determinada rotina, sem os quais ocorrerão problemas ambientais e técnicos.

O presente capítulo trata dos seguintes aspectos relativos à operação e manutenção das lagoas:

- Dimensionamento da equipe de trabalho;
- Programação de inspeção, coletas e medições;
- Início de operação;
- Problemas operacionais.

A cobertura destes itens é bastante simplificada. As referências WEF (1990), Yanez (1993) ou Jordão e Pessoa (1995) devem ser consultadas para maiores detalhes com relação a estes tópicos.

É essencial que o projeto da lagoa de estabilização inclua um Manual de Operação, que forneça as principais diretrizes para a operação adequada do sistema projetado. Durante a fase de operação, o operador poderá buscar, aos poucos, a otimização do processo, tendo por base a sua experiência acumulada com a lagoa em questão.

12.6.1.1. Equipe de Trabalho

Em uma lagoa de estabilização, a maior parte do pessoal está associada a atividades simples de manutenção, como corte de grama, limpeza e outros. A necessidade de pessoal técnico qualificado é baixa, como na maior parte dos outros processos de tratamento.

Adaptando-se propostas de dimensionamento de equipe apresentadas por Yanez (1993) para alguns tamanhos de lagoas (população servida), podem-se ter as equipes apresentadas no Quadro 4.

Quadro 4 - Dimensionamento de equipe para administração, operação e manutenção de lagoas Facultativas em função da população servida.

Pessoal	Pop. < 10.000 hab		Pop. = 20.000 a 50.000 hab		Pop. > 50.000 hab	
	Lagoa facultativa	Lagoa matur.	Lagoa facultativa	Lagoa matur.	Lagoa facultativa	Lagoa matur.
Administração						
Engenheiro superintendente	-	-	1/2	1/2	1	1
Secretária	-	-	1/2	1/2	1	1
Auxiliar	-	-	1	1	1	1
Motorista	-	-	1	1	1	1
Operação						
Engenheiro chefe	1/4	1/4	1/2	1/2	1	1
Químico	-	-	1/4	1/4	1/2	1/2
Laboratorista	-	-	1/2	1/2	1	1
Mecânico Eletricista	-	-	-	-	-	-

DELBONI ENGENHARIA: Rua Guajaras, 910 – Sl.1002 – Belo Horizonte/MG – Fone (31) 30724115

Operador 08:00 - 16:00 h	1	1	1	1	1	1
Operador - 16:00 - 24:00 h	-	-	-	1	1	1
Operador - 24:00 - 08:00 h	-	-	-	1	-	1
Trabalhadores braçais	2	2	2-5	2-5	6-10	6-10

FONTE: ADAPTADA DE YANEZ (1993)

12.6.2. Periodicidade de Monitoramento

12.6.2.1. Inspeção, Coletas e Medições

O operador deve executar diariamente uma inspeção por toda a lagoa e unidades complementares como medida de manutenção preventiva e corretiva. Soares (1995) apresenta um modelo de ficha de inspeção e ocorrências, adotada por algumas companhias de saneamento, da qual podem ser destacados alguns pontos importantes da unidade.

Quadro 5 - Aspectos a serem incluídos em uma ficha diária de inspeção e ocorrências.

Dia:			
Condições do tempo			
Tempo (com sol, nublado, chuvoso)			
Vento (ausente, fraco, forte)			
ITEM	SIM	NÃO	COMENTÁRIO / LOCAL / QUANTIDADE / PROVIDÊNCIAS
OBSERVAÇÕES NA LAGOA			
Há levantamento de lodo na lagoa?			
Há manchas verdes na superfície?			
Há manchas negras na superfície?			
Há manchas de óleo na superfície?			
Há vegetais em contato com a água?			
Há erosão nos taludes?			
Há infiltração visível?			
Há presença de aves?			
Há presença de insetos?			
Outros aspectos			
As cercas estão em ordem?			
As canaletas de água pluvial estão limpas?			
O medidor de vazão está funcionando?			
Houve capina?			
Houve retirada de espuma?			

DELBONI ENGENHARIA: Rua Guajaras, 910 – Sl.1002 – Belo Horizonte/MG – Fone (31) 30724115

Houve remoção de sólidos na grade?			
Houve remoção de areia?			
Faltou energia?			
Foi usado o by-pass para o corpo receptor?			

FONTE: ADAPTADO DE JORDÃO E PESSOA (1995) E SOARES (1995)

Dependendo do porte e da importância da lagoa, as amostragens, o número de parâmetros a serem incluídos, bem como a frequência de sua determinação, poderão ser alterados e adaptados às necessidades locais. Um aspecto de fundamental importância em um programa de monitoramento é o real aproveitamento dos dados levantados. Não há sentido em obter dados, se os mesmos não forem posteriormente consistidos e interpretados. Deverão ser produzidos gráficos de acompanhamento do desempenho da lagoa, com ampla participação do operador no seu acompanhamento. A introdução dos dados em planilhas eletrônicas de computador, no escritório central, possibilitando a elaboração de cálculos de parâmetros de carga e eficiência e dos gráficos relevantes configura-se como a melhor forma de aproveitamento dos dados.

Quadro 6 - Programa de medições e amostragem

FREQÜÊNCIA	PARÂMETRO	LOCAL DA DETERMINAÇÃO	ESGOTO BRUTO	LAGOA FACULT	LAGOA MATUR.	EFLUENTE
Diária	Vazão afluente (m³/d)	In situ	x			x
	Altura da lâmina d'água(m)	In situ		x	x	
	Temperatura do ar (°C)	In situ				
	Temperatura do líquido (°C)	In situ	x	x	x	x
	Penetração da luz (m)	In situ		x		
Diária ou Semanal	pH	In situ	x	x	x	x
	Sólidos sedimentáveis (ml/l)	In situ	x			x
	Oxigênio dissolvido (mg/l)	In situ		x	x	
Semanal	DBO total (mg/l)	Lab. central	x			x
	DBO solúvel (mg/l)	Lab. central				x
	DQO total (mg/l)	Lab. central	x			x
	DQO solúvel (mg/l)	Lab. central				x
	NMP coliformes (NMP/100ml)	Lab. central	x			x

	Sólidos em suspensão totais (mg/l)	Lab. central	x			x
	Sólidos em suspensão voláteis (mg/l)	Lab. central	x			x
Mensal	Nitrogênio orgânico (mg/l)	Lab. central	x			x
	Nitrogênio amoniacal (mg/l)	Lab. central	x			x
	Nitratos (mg/l)	Lab. central				x
	Fósforo (mg/l)	Lab. central	x			x
	Sulfatos (mg/l)	Lab. central	x			x
	Sulfetos (mg/l)	Lab. central	x			x
	Alcalinidade (mg/l)	Lab. central	x			
	Óleos e graxas	Lab. central	x			x
Eventual	Principais gêneros de algas	Lab. central		x		
	OD produz por fotossíntese (mg/l)	In situ		x		
	OD consum. por respiração (mg/l)	In situ		x		
	Vazão horária (m³/h) (24h de h/h)	In situ	x			
	OD horário (mg/l) (24h de h em h)	In situ		x	x	

FONTE: ADAPTADO DE CETESB (1989), WEF (1990), YANEZ (1993), JORDÃO E PESSOA (1995)

Notas:

*Lagoas anaeróbias - a programação pode ser similar à de lagoas facultativas (incluindo esgoto bruto), excluindo-se a determinação de gêneros de algas, estudos de produção de OD e penetração da luz.

**Lagoas de maturação - a programação pode ser similar à de lagoas facultativas.

12.6.3. Instruções Detalhadas para as Partidas Iniciais das Lagoas Facultativas e de Maturação

12.6.3.1. Carregamento Inicial das Lagoas

O carregamento inicial das lagoas pode ser efetuado utilizando-se um dos dois procedimentos descritos a seguir (CETESB, 1989). O carregamento deve ser preferencialmente no verão, quando há temperaturas mais elevadas.

- a) Enchimento da lagoa com água bombeada de algum corpo hídrico próximo ou proveniente de sistema de abastecimento público
- Encher a lagoa com uma lâmina d'água mínima, preferencialmente atingindo-se 1,0 m;

DELBONI ENGENHARIA: Rua Guajajaras, 910 – Sl.1002 – Belo Horizonte/MG – Fone (31) 30724115

- Bloquear os dispositivos de saída;
- Iniciar a introdução de esgoto, até atingir a lâmina prevista em projeto.

A adoção deste procedimento:

- Impede o crescimento incontrolado da vegetação, que ocorre em condições de reduzida lâmina d'água;
- Permite testar a estanqueidade do sistema;
- Possibilita a correção de eventuais deficiências decorrentes de uma compactação deficiente (antes da introdução do esgoto).

b) Enchimento da lagoa com uma mistura de água bombeada de algum corpo hídrico próximo e do esgoto a ser tratado

- Fazer uma mistura esgoto/água (diluição com uma relação igual ou superior a 1/5);
- Encher a lagoa com uma lâmina em torno de 0,40m;
- Aguardar alguns dias, até que se verifique, visualmente, o aparecimento de algas;
- Nos dias subsequentes, adicionar mais esgotos, ou mistura esgoto/água, até ocorrer uma floração de algas;
- Interromper a alimentação por um período de 7 a 14 dias;
- Encher a lagoa com esgotos até o nível de operação;
- Interromper a alimentação;
- Aguardar o estabelecimento de uma população de algas (em torno de 7 a 14 dias).

100

Durante todo o período de carregamento, deve haver um acompanhamento por operadores com experiência no processo. O período total de carregamento pode durar 60 dias, até que se estabeleça no meio uma comunidade biológica equilibrada.

Os seguintes procedimentos devem ser evitados:

- Receber a carga de esgotos prevista em projeto, sem que se estabeleça na lagoa uma comunidade biológica balanceada. Caso isto seja efetuado, a lagoa entrará em anaerobiose, com desprendimento de maus odores. A reversão deste processo de anaerobiose pode levar dois meses;
- Carregar as lagoas com contribuições pequenas e continuadas, o que frequentemente ocorre quando se tem um baixo número de ligações domiciliares. Neste caso, o líquido pode evaporar rapidamente, acumulando sólidos putrescíveis, com emissão de maus odores.

12.6.3.2. Partida das Lagoas Facultativa e de Maturação

Os seguintes procedimentos são recomendados (CETESB, 1989):

- Iniciar a introdução dos esgotos segundo as recomendações da pré-operação;
- A manutenção de um pH levemente alcalino deverá ocorrer naturalmente, caso as recomendações do Item b, sejam seguidas;
- Medir diariamente o oxigênio dissolvido.

DELBONI ENGENHARIA: Rua Guajaras, 910 – Sl.1002 – Belo Horizonte/MG – Fone (31) 30724115

12.6.3.3. Partida de Sistemas de Lagoas em Série

A partida das lagoas situadas a jusante da lagoa primária pode ser efetuada segundo as seguintes recomendações (CETESB, 1989):

- Iniciar o enchimento das lagoas quando a lâmina d'água na lagoa primária atingir um valor mínimo de 1,0 m;
- Fechar os dispositivos de saída das lagoas;
- A adição de água nas lagoas deve ser feita até se ter uma lâmina de 1,0 m;

Quando a lagoa primária atingir o nível de operação, o seu efluente pode ser dirigido para a célula subsequente, tomando-se as seguintes precauções:

- Retirar os stop-logs lentamente, impedindo que a lâmina d'água da unidade precedente caia abaixo de 1,0 m;
- Não efetuar operações de descarga de fundo da célula primária;
- Equalizar as lâminas em todas as lagoas de forma lenta
- Evitar a situação em que uma lagoa esteja totalmente cheia, enquanto a unidade subsequente está vazia.

12.6.4. Manutenção Preventiva e Corretiva

Medidas de Prevenção e Controle

- Quebrar a espuma com jatos d'água ou com rastelo (espuma quebrada usualmente afunda);
- Remover a espuma com peneiras de pano, enterrando-a depois;
- Desagregar ou remover placas de lodo;
- Remover obstáculos para a penetração do vento (caso possível).
- No caso de sobrecargas consistentes, considerar a inclusão de aeradores na lagoa;
- Eventualmente adicionar nitrato de sódio, como complementação de fonte de oxigênio combinado.
- Efetuar análise físico-química completa do afluente, de forma a identificar o possível composto tóxico;
- Coletar amostras em vários pontos da lagoa para verificar se há significativas diferenças de ponto para ponto;
- Cortar e remover vegetais aquáticos;
- Quebrar as florações de algas e adicionar criteriosamente sulfato de cobre;
- Isolar a lagoa afetada por eventuais substâncias tóxicas;
- Jateamento de algas com mangueira d'água;
- Destruição de algas com rastelo;
- Remoção de algas com peneiras.
- Retirar o efluente submerso, após passar por defletores, que retêm as algas;
- Usar múltiplas células em série, com um reduzido tempo de detenção em cada célula;

- Aplicar criteriosamente herbicidas;
- Remover os vegetais internos à lagoa com canoas ou dragas;
- Cortar os vegetais nas margens internas, evitando que os mesmos caiam dentro das lagoas.
- Aplicar criteriosamente produtos químicos.

Possíveis problemas operacionais

Os principais problemas operacionais das lagoas facultativas e de maturação encontram-se no Quadro 7, conjuntamente com as principais medidas a serem tomadas para a sua possível solução (Fonte: CETESB, 1989; WEF, 1990; Silva, 1995; Jordão e Pessoa, 1995).

Quadro 7 - Principais problemas operacionais das lagoas facultativas e de maturação e suas possíveis soluções

LAGOAS FACULTATIVAS E DE MATURAÇÃO
Problema: Escuma e Flutuantes (Impedindo a Passagem da Energia Luminosa)
<p>Causas</p> <ul style="list-style-type: none"> - Superfloração de algas (formando nata esverdeada); - Lançamento de material estranho (ex: lixo); - Placas de lodo desprendidas do fundo; - Pouca circulação e atuação do vento. <p>Medidas de Prevenção e Controle</p> <ul style="list-style-type: none"> - Quebrar a escuma com jatos d'água ou com rastelo (escuma quebrada usualmente afunda); - Remover a escuma com peneiras de pano, enterrando-a depois; - Desagregar ou remover placas de lodo; - Remover obstáculos para a penetração do vento (caso possível).
Problema: Maus Odores Causados por Sobrecarga
<p>Causas</p> <ul style="list-style-type: none"> - Sobrecarga de esgotos, causando abaixamento do pH, queda da concentração de OD, mudança na cor do efluente de verde para verde-amarelado (predominância de rotíferos e crustáceos, que se alimentam das algas), aparecimento de zonas cinzentas junto ao afluente e maus odores. <p>Medidas de Prevenção e Controle</p> <ul style="list-style-type: none"> - Transformar a operação de série para paralelo; - Retirar temporariamente a lagoa afetada de operação; - Recircular o efluente na razão de 1/6;

- Considerar entradas múltiplas do afluente, para evitar caminhos preferenciais;
- No caso de sobrecargas consistentes, considerar a inclusão de aeradores na lagoa;
- Eventualmente adicionar nitrato de sódio, como complementação de fonte de oxigênio combinado.

Problema: Maus Odores Causados por Más Condições Atmosféricas

Causas

- Longos períodos com tempo nublado e temperatura baixa.

Medidas de Prevenção e Controle

- Diminuir a altura da lâmina d'água;
- Colocar uma lagoa em paralelo em operação;
- Instalar aeradores superficiais próximos à entrada do afluente.

Problema: Maus Odores Causados por Substâncias Tóxicas

Causas

- Substâncias tóxicas advindas de descargas industriais, gerando repentinas condições anaeróbias na lagoa.

Medidas de Prevenção e Controle

- Efetuar análise físico-química completa do afluente, de forma a identificar o possível composto tóxico;
- Identificar na bacia de contribuição a indústria causadora da descarga, tomando as providências dentro da legislação;
- Isolar a lagoa afetada;

Problema: Maus Odores Causados por Curto-Circuitos Hidráulicos

Causas

- Má distribuição do afluente;
- Zonas mortas, advindas de excessivo aproveitamento de curvas de nível;
- Presença de vegetais aquáticos no interior da lagoa.

Medidas de Prevenção e Controle

- Coletar amostras em vários pontos da lagoa (Ex: OD) para verificar se há significativas diferenças de ponto para ponto;
- No caso de entradas múltiplas, regularizar a distribuição uniforme da vazão afluente por todas as entradas;
- No caso de entrada simples, construir novas entradas;
- Cortar e remover vegetais aquáticos;
- No caso de zonas mortas, introduzir aeração para causar pequena mistura.

Problema: Maus Odores Causados por Massas de Algas Flutuantes

Causas

- Superfloração de algas, impedindo a penetração da energia luminosa, e causando problemas coma mortandade da população em excesso.

<p>Medidas de Prevenção e Controle</p> <ul style="list-style-type: none"> - Jateamento com mangueira d'água; - Destruição com rastelo; - Remoção com peneiras.
Problema: Elevadas Concentrações de Algas (SS) no Efluente
<p>Causas</p> <ul style="list-style-type: none"> - Condições atmosféricas que favorecem o crescimento de certas populações de algas. <p>Medidas de Prevenção e Controle</p> <ul style="list-style-type: none"> - Retirar o efluente submerso, após passar por defletores, que retêm as algas; - Usar múltiplas células em série, com um reduzido tempo de detenção em cada célula; - Efetuar pós-tratamento do efluente da lagoa, para remover excesso de SS.
Problema: Presença de Algas (Bactérias) Verde-Azuladas
<p>Causas</p> <ul style="list-style-type: none"> - Tratamento incompleto; - Sobrecarga; - Desbalanço de nutrientes. <p>Medidas de Prevenção e Controle</p> <ul style="list-style-type: none"> - Quebrar as florações de algas; - Adicionar criteriosamente sulfato de cobre.
Problema: Presença de Algas Filamentosas e Musgo, que Limitam a Penetração da Energia Luminosa
<p>Causas</p> <ul style="list-style-type: none"> - Lagoas superdimensionadas; - Carga afluente sazonalmente reduzida. <p>Medidas de Prevenção e Controle</p> <ul style="list-style-type: none"> - Aumentar a carga unitária, através da redução do número de lagoas em operação; - Usar operação em série.
Problema: Tendência Progressiva de Decréscimo do OD (OD Abaixo de 3 mg/l nos Meses Quentes)
<p>Causas</p> <ul style="list-style-type: none"> - Baixa penetração da luz solar; - Baixo tempo de detenção; - Alta carga de DBO; - Despejos industriais tóxicos. <p>Medidas de Prevenção e Controle</p> <ul style="list-style-type: none"> - Remover vegetais flutuantes; - Introduzir aeração complementar; - Recircular o efluente final.

Problema: Tendência Progressiva de Decréscimo no pH (pH Ideal Acima de 8), com Mortandade das Algas Verdes
<p>Causas</p> <ul style="list-style-type: none"> - Sobrecarga; - Longos períodos com condições atmosféricas adversas; - Organismos se alimentando das algas. <p>Medidas de Prevenção e Controle</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ver medidas relativas a baixo OD ou maus odores por sobrecarga.
Problema: Proliferação de Insetos
<p>Causas</p> <ul style="list-style-type: none"> - Presença de vegetais nas margens dos taludes internos das lagoas. <p>Medidas de Prevenção e Controle:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Reduzir o N.A., fazendo com que as larvas presas aos vegetais desapareçam, quando a área secar; - Operar a lagoa com variação do N.A.; - Proteger o talude interno com placas de concreto, argamassa armada, rip-rap, etc; - Destruir as escumas; - Aplicar criteriosamente produtos químicos.
Problema: Vegetação
<p>Causas</p> <ul style="list-style-type: none"> - Baixo nível operacional da lagoa (abaixo de 60 cm); - Infiltração excessiva; - Baixa vazão de esgotos. <p>Medidas de Prevenção e Controle</p> <ul style="list-style-type: none"> - Operar as lagoas com um nível superior a 90 cm; - Cortar os vegetais nas margens internas, evitando que os mesmos caiam dentro das lagoas; - Proteger o talude internamente com placas de concreto, argamassa armada, rip-rap, etc; - Remover os vegetais internos à lagoa com canoas ou dragas (abaixar o N.A. para facilitar a operação); - Reduzir a permeabilidade da lagoa com uma camada de argila (caso possível); - Aplicar criteriosamente herbicidas.

12.7. Emissário Final

O emissário corresponde à canalização destinada a conduzir o esgoto a um destino conveniente sem receber contribuições em marcha. No caso do Município de Santo Sé, o emissário conduz o esgoto tratado na ETE até o corpo receptor, o lago de

Sobradinho, percorrendo uma distância de aproximadamente 1.752 m. O lançamento será feito a jusante da cidade e do ponto de captação de água do município.

No caso de rompimento ou entupimento do emissário, haverá um transbordamento do esgoto na área afetada, que no caso em questão, está fora do limite urbano. Devido à localização do emissário, os riscos para a população são minimizados, porém há o risco de deterioração do meio ambiente. Entretanto, como o esgoto transportado pelo emissário já foi tratado na ETE, os danos ao meio ambiente são pequenos.

12.7.1. Manutenção Preventiva e Corretiva

Mesmo o efluente já tratado é importante o monitoramento periódico do funcionamento do sistema como um todo, para que o problema com a tubulação seja detectado e as medidas necessárias para solucioná-lo sejam tomadas o mais breve possível.

A manutenção corretiva através do High Velocity deve ocorrer sempre que necessário, garantindo o escoamento normal na tubulação de lançamento. Essa manutenção envolve os seguintes procedimentos:

- Estaciona-se o High Velocity no eixo da tubulação ou ao lado.
- Sinaliza-se com cones e placas para se evitar acidentes.
- Equipe veste os EPI's complementares e adequados ao serviço:
 - Bota de borracha cano longo
 - Protetor facial
 - Luva de PVC cano longo
 - Agasalho impermeável
- Retira-se mangueira do carro e com o guia introduz no tubo coletor em direção a tubulação que se encontra com entupimento.
- Liga-se o equipamento de limpeza (bomba de 300psi) e orienta a mangueira para penetração no tubo.
- O jato de água remove o material depositado.
- À medida que se recolhe a mangueira, a mesma é lavada e enrolada no carretel.
- Retira-se o material retido com balde e coloca no Caminhão.
- Conclui-se a ordem de serviço.
- Recolhem-se os equipamentos usados, EPI's e sinalizadores (placas e cones).
- Retira o caminhão do local.

12.8. Resumo das Manutenções Preventivas das Unidades do Sistema de Esgotamento Sanitário

MANUTENÇÃO PREVENTIVA DAS UNIDADES DE TRATAMENTO DA ETE- SENTO SÉ		
UNIDADE DO SISTEMA	EQUIPAMENTO	PROCEDIMENTOS DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA
RAMAL PREDIAL	High Velocity	<ul style="list-style-type: none"> · Abre a caixa de inspeção; · Desenrola a mangueira; · Introduz a mangueira na tubulação que liga a caixa à rede coletor; · Liga o equipamento de limpeza (bomba de 300 psi); · Orienta a mangueira no deslocamento em direção à rede coletora até atingir a mesma; · Jato de água faz com que a mangueira se desloque para frente ao tempo em que desmancha os materiais depositados na rede e transporta para a caixa de inspeção.
REDE COLETORA E REDE INTERCEPTORA	High Velocity	<ul style="list-style-type: none"> · As redes coletoras e Redes Interceptoras de esgoto sejam lavadas preventivamente, uma vez por ano, com hidrojateamento da rede à pressão máxima de 300 psi.
ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ESGOTOS	Gerador de Energia	<ul style="list-style-type: none"> · Acionar o Gerador de Energia em cada dois dias durante 5 minutos para garantir as boas condições e funcionamento.
DAFA	<ul style="list-style-type: none"> · Tubo de PAD tamanho variável dependendo da profundidade do reator · Vassourão com cabo longo · Rodo · Cata-folhas ou caminhão de sucção a vácuo 	<ul style="list-style-type: none"> · Inspeccionar de hora em hora o dispositivo de distribuição de vazão (câmara divisória); · Verificar se está ocorrendo desnível no vertedor periférico; · Tanto a câmara divisória quanto o canal de esgoto tratado deverão ser escovados todos os dias; · Quando necessário, remover a espuma com auxílio de cata-folhas ou caminhão de sucção a vácuo; · Jatear com água de mangueira pelo menos duas vezes por semana para evitar a formação da espuma; · Realizar análises de sólidos sedimentáveis no efluente
LAGOAS FACULTATIVAS	<ul style="list-style-type: none"> · Peneiras de pano · Rastelo · Produtos químicos diversos 	<ul style="list-style-type: none"> · Executar diariamente uma inspeção por toda a lagoa e unidades complementares; · Executar análises laboratoriais para averiguar a eficiência das unidades; · Quebrar eventual espuma com jatos d'água ou com rastelo; · Remover a espuma com peneiras de pano, enterrando-a depois; · Desagregar ou remover placas de lodo; · Cortar e remover vegetais aquáticos; · Aplicar criteriosamente herbicidas e outros produtos químicos;
LAGOAS DE MATURAÇÃO		

13. CUIDADOS NECESSÁRIOS PARA MANUTENÇÃO DA SEGURANÇA E HIGIENE DO TRABALHO

13.1. Programa de Segurança

Deverá ser elaborado um Programa de Segurança, Higiene Ocupacional e Meio Ambiente, contemplando no mínimo:

- As condições e meio ambiente de trabalho nas atividades e operações a serem executadas, levando-se em consideração riscos de acidentes e de doenças do trabalho e suas respectivas medidas preventivas;
- Projeto de execução das proteções coletivas em conformidade com as etapas da execução do serviço;
- Especificação técnica das proteções coletivas e individuais a serem utilizadas;
- Cronograma de implantação das medidas preventivas definidas no PCMSO e PPRA;
- Layout inicial dos Locais de trabalho, contemplando, inclusive, previsão de dimensionamento das áreas de vivência;
- Programa educativo contemplando a temática de prevenção de acidentes e doenças do trabalho, com sua carga horária;
- Sistemática de contratação de empregados;
- Treinamento específico nos Procedimentos de Trabalho;
- Entrega de EPI e ferramentas adequadas e em perfeito estado de uso e conservação;
- Comissão interna de Prevenção de Acidentes – CIPA;
- Programa de Controle Médico e Saúde Ocupacional – PCMSO;
- Programa de Prevenção de Riscos Ambientais – PPRA.

108

13.2. Análise de Risco da Tarefa – ART

A ART é a descrição detalhada e sistemática das etapas que compõem uma tarefa, identificando os riscos de perdas para pessoas, equipamentos, materiais e meio ambiente.

É uma ferramenta utilizada para desenvolver procedimentos seguros de trabalho consistindo, basicamente de quatro etapas na seguinte ordem:

- Selecionar a tarefa com potencial de risco (tarefa crítica).
- Decompor a tarefa em suas fases, observando e documentando.
- Identificar o(s) risco(s) potencial(ais).
- Desenvolver um processo para eliminar ou controlar os riscos.

A ART deverá ser elaborada antes e utilizada no momento da execução da tarefa. O objetivo é que todas as atividades com potencial de risco de acidentes e doenças ocupacionais sejam realizadas utilizando-se ART. Todas as Ordens de Serviços são consideradas em princípio, com potencial de riscos de acidentes e perdas em geral;

Antes da execução da tarefa, a ART deverá ser lida, avaliado o seu chek-list e levada para o local onde será executado o serviço, para Ter suas recomendações seguidas.

Dentro dos serviços, identificamos preliminarmente, as seguintes atividades que deverão ter ART:

- Acesso aos poços de visita;
- Intervenções para troca de tubulações;
- Escavações;
- Manutenção no conjunto motor-bomba;
- Serviços na subestação;
- Serviços no painel elétrico;
- Roçagem de gramado em margem e entorno da lagoa;
- Limpeza de grades;
- Limpeza de caixa de areia;
- Limpeza do UASB;
- Limpeza da superfície da lagoa;
- Limpeza do fundo da lagoa;
- Coleta de amostra na lagoa.

13.3. Equipamento de Proteção Individual

- Deverão ser fornecidos EPI gratuitamente aos empregados, conforme a NR-6 da Portaria 3214/78 do MTE (Ministério do Trabalho e Emprego).
- Deverá ser fornecido treinamento sobre uso adequado, condições, especificação correta, higienização e quantidade em estoque dos EPI, que deverão ser utilizados pelos empregados.
- Somente poderão ser utilizados EPI que possuam em caracteres indelével e visíveis, o nome comercial do fabricante ou importador, número do Certificado de Aprovação (CA) emitido pelo MTE.
- Será garantida a reposição de elementos filtrantes e substituição de EPI's que apresentem algum sinal de desgaste, que possa comprometer o seu uso seguro.
- Os elementos filtrantes deverão no momento da entrega ao usuário, Ter a data da entrega / abertura do lacre registrada nos mesmos. Não será admitido o uso de EPI danificado, contaminado ou com qualquer outra condição proibitiva.
- Será mantido estoque mínimo de cada EPI, de acordo com o número de empregados.
- Os EPI's que possam ser utilizados por mais de um indivíduo deverão ser higienizados por processo seguro de limpeza e desinfecção, que não provoquem danos ao equipamento.
- Os mesmos deverão ser acondicionados em sacos plásticos para futuras utilizações.
- Especial atenção deve ser dedicada aos cintos de segurança, os quais deverão ter talabartes em "Y" (duplos), com dupla trava.

DELBONI ENGENHARIA: Rua Guajaras, 910 – Sl.1002 – Belo Horizonte/MG – Fone (31) 30724115

- Cinto de segurança tipo abdominal somente deve ser utilizado em serviços de eletricidade e em situações em que funcione como limitador de movimentação.
- Cinto de segurança tipo para-quedista devem possuir argolas e mosquetões de aço forjado, ilhoses de material não-ferrosos e fivela de aço forjado ou material de resistência e durabilidade equivalente.;
- Para os soldadores, os cintos deverão ter talabarte com alma de aço.
- A bota de segurança deve possuir biqueira de aço, exceto para eletricitistas, onde é indicada a bota com biqueira em material termoplástico.
- Para os usuários de óculos com lentes corretivas, deverão ser confeccionados óculos especiais de segurança com lentes corretivas.
- Não será permitido o uso de lentes de contato.
- Para trânsito, é obrigatório o uso de calçado de couro fechado.
- Nas atividades onde haja contato com agentes biológicos, deverão ser utilizadas roupas, botas e luvas em PVC, além de máscaras apropriadas para reter vapores orgânicos.
- No caso de uso de roçadeira elétrica, deverão ser utilizados: protetor facial, capacete, avental e perneira de couro, luvas, protetor auricular, máscara contra poeira, óculos de segurança e botas, além das proteções da máquina.
- Como EPI básico, deverão ser adotados os seguintes: Óculos de segurança contra impacto, botas de couro, Luvas de vaqueta, Protetor auricular, Perneira para o risco de animais peçonhentos e Camisa de mangas compridas e Calça sem bolsos traseiros, em tecido 100% algodão pré-encolhido.
- Para atividades na subestação, deverão ser utilizados: Luva de borracha para alta tensão e conjunto em NOMEX.
- Para atividades de acesso ao poço de visita, onde haja deficiência de oxigênio (abaixo de 21%), somente poderão acessar, com equipamentos autônomos de respiração ou conjunto autônomo de respiração utilizando linha de ar.

13.4. Transporte e Movimentação- Armazenagem e Manuseio de materiais

- No caso de equipamentos de transporte, com força motriz própria (caminhão hidrovácuo), o operador deverá receber treinamento específico, de habilitação nessa função.
- Os materiais devem ser armazenados e estocados de modo a não prejudicar o trânsito de pessoas e de trabalhadores, a circulação de materiais, o acesso aos equipamentos de combate a incêndio, não obstruir portas ou saídas de emergência e não provocar empuxos ou sobrecargas nas paredes, lajes ou estruturas de sustentação, além do previsto em seu dimensionamento.
- As pilhas de materiais, a granel ou embalados, devem Ter forma e altura que garantam a sua estabilidade e facilitem o seu manuseio.
- Tubos, vergalhões, perfis, barras, pranchas e outros materiais de grande comprimento ou dimensão devem ser arrumados em camadas, com espaçadores e peças de retenção, separados de acordo com o tipo de material e a bitola das peças.

DELBONI ENGENHARIA: Rua Guajaras, 910 – SI.1002 – Belo Horizonte/MG – Fone (31) 30724115

- O armazenamento deve ser feito de modo a permitir que os materiais sejam retirados obedecendo à sequência de utilização planejada, de forma a não prejudicar a estabilidade das pilhas.
- Os materiais não podem ser empilhados diretamente sobre piso instável, úmido ou desnivelado.
- Os materiais tóxicos, corrosivos, inflamáveis ou explosivos devem ser armazenados em locais isolados, apropriados, sinalizados e de acesso permitido somente a pessoas devidamente autorizadas. Estas devem Ter conhecimento prévio do procedimento a ser adotado em caso de eventual acidente.

13.5. Máquinas e Equipamentos - Ferramentas Diversas

- Os reparos, a limpeza, os ajustes e a inspeção de máquinas, somente podem ser executados com as máquinas paradas, salvo se o movimento for indispensável.
- A manutenção e inspeção somente podem ser executadas por pessoas credenciadas.
- A manutenção e inspeção das máquinas e equipamentos devem ser feitas de acordo com as instruções fornecidas pelo fabricante e/ou de acordo com as normas oficiais.
- A operação de máquinas e equipamentos que exponham o operador ou terceiros a riscos só pode ser feita por trabalhador qualificado.
- Devem ser protegidas todas as partes móveis dos motores, transmissões e partes perigosas das máquinas ao alcance dos trabalhadores.
- As máquinas e equipamentos que ofereçam riscos de ruptura de suas partes móveis, projeção de peças ou de partículas, devem ser providos de proteção adequada.
- Abastecimento de máquinas e equipamentos com motor a explosão deve ser realizado por trabalhador qualificado, em local e horário apropriado, utilizando-se de técnicas e equipamentos que garantam a segurança da operação.
- Na operação de máquinas e equipamentos com tecnologia diferente da que o operador esteja habituado a usar, deve ser feito novo treinamento de requalificação.
- As máquinas e equipamentos devem ter acionamento e parada de modo que:
 - Seja acionado ou desligado pelo operador na sua posição de trabalho;
 - Não se localize na zona perigosa da máquina ou do equipamento;
 - Possa ser desligado em emergência por outra pessoa que não seja o operador;
 - Não possa ser acionado ou desligado, involuntariamente, pelo operador ou por qualquer outra forma acidental;
 - Não acarrete riscos adicionais.
- Toda máquina deve possuir dispositivo de bloqueio para impedir seu acionamento por pessoa não autorizada.

- As máquinas, equipamentos e ferramentas devem ser submetidos à inspeção e manutenção de acordo com as normas técnicas oficiais, dispensando-se especial atenção a freios, mecanismos de direção, cabos de tração e suspensão, sistema elétrico e outros dispositivos de segurança.
- Toda máquina deve estar localizada em ambiente com iluminação natural e/ou artificial adequada à atividade, em conformidade com a NBR 5.413/91 – Níveis de Iluminação de Interiores, da ABNT.
- As inspeções de máquinas e equipamentos devem ser registradas em documento específico, constando as datas e falhas observadas, as medidas corretivas adotadas e a indicação de pessoa, técnico ou empresa habilitada que as realizou.
- Devem ser tomadas precauções especiais quando da movimentação de máquinas e equipamentos próximos a redes elétricas.
- As ferramentas devem ser apropriadas ao uso, proibindo-se o emprego das defeituosas, danificadas ou improvisadas, devendo ser substituídas imediatamente.
- Os trabalhadores devem ser treinados e instruídos para a utilização segura das ferramentas, especialmente os que irão manusear ferramentas elétricas/pneumáticas (roçadeiras, hidrovácuo).
- É proibido o porte de ferramentas manuais em bolsos ou locais inapropriados. Para tanto, deverá ser utilizada sacola específica.
- As ferramentas manuais que possuam gume ou ponta devem ser protegidas com bainhas de couro ou outro material de resistência e durabilidade, quando não estiverem sendo utilizadas.
- Os condutores de alimentação das ferramentas portáteis devem ser manuseados de forma que não sofram torção, ruptura ou abrasão, nem obstruam o trânsito de trabalhadores e equipamentos.
- É proibida a utilização de ferramentas elétricas manuais sem duplo isolamento.
- Quanto às máquinas, equipamentos e ferramentas diversas:
 - Os protetores removíveis só podem ser retirados para limpeza, lubrificação, reparo e ajuste, e posteriormente devem ser obrigatoriamente recolocados;
 - Os operadores não podem se afastar da área de controle das máquinas ou equipamentos sob sua responsabilidade, quando em funcionamento;
 - Inspeção, limpeza, ajuste e reparo somente devem ser executados com a máquina ou o equipamento desligado, salvo se o movimento for indispensável à realização da inspeção ou ajuste;
 - As ferramentas manuais não devem ser deixadas sobre passagens, escadas, andaimes e outras superfícies de trabalho ou de circulação, devendo ser guardadas em locais apropriados, quando não estiverem em uso;
 - Para o uso de roçadeira, deverá ser o local totalmente isolado da presença de terceiros. Em caso contrario, deverá ser utilizada lâmina de nylon.

13.6. Ergonomia

- Para avaliar a adaptação das condições de trabalho às características psicofisiológicas dos trabalhadores, deverá ser realizada análise ergonômica do trabalho, devendo abordar, no mínimo, as condições de trabalho conforme a NR-17.
- Não deverá ser exigido nem admitido o transporte manual de cargas, por um trabalhador, cujo peso seja suscetível de comprometer sua saúde ou sua segurança.
- O limite máximo para deslocamento manual de peso será de 20 Kg.
- Todos os trabalhadores designados para o transporte manual regular de cargas, exceto as mais leves, deverão receber treinamento ou instruções quanto aos métodos de trabalho que deverão utilizar com vistas a salvaguardar sua saúde e prevenir acidentes.
- Para trabalho manual, as bancadas, mesas, painéis devem proporcionar aos trabalhadores condições de boa postura, visualização e operação e devem atender aos seguintes requisitos mínimos:
 - Ter altura e características da superfície de trabalho compatíveis com a atividade, com a distância requerida dos olhos ao campo de trabalho e com a altura do assento;
 - Ter área de trabalho de fácil alcance e visualização pelo trabalhador;
 - Ter características dimensionais que possibilitem posicionamento e movimentação adequados dos segmentos corporais.
- Os assentos devem ter os seguintes mínimos de conforto:
 - Altura ajustável à estatura do trabalhador e a natureza da função exercida;
 - Características de pouca ou nenhuma conformação na base do assento;
 - Borda frontal arredondada;
 - Encosto com forma levemente adaptada ao corpo para proteção da região lombar.
- Todos os equipamentos que compõem um posto de trabalho devem estar adequados às características dos trabalhadores e à natureza de atividade.

113

13.7. Escavações

- A área de trabalho deve ser previamente limpa, e todas as estruturas que possam ser afetadas pela escavação devem ser escoradas.
- Os serviços de escavação devem ter responsável técnico legalmente habilitado.
- Quando existirem cabos subterrâneos de energia nas proximidades das escavações, as mesmas só poderão ser iniciadas quando tais cabos estiverem desenergizados.
- Os taludes instáveis das escavações superiores a 1,25m devem ter sua estabilidade garantida por meio de estruturas dimensionadas, e dispor de escadas ou rampas, a fim de permitir, em caso de emergência, a saída rápida dos trabalhadores.

- Para a elaboração do projeto e execução das escavações a céu aberto, serão atendidas as condições exigidas na NBR 9.061/85 – Segurança de Escavação a Céu Aberto.
- Os materiais retirados da escavação devem ser depositados a uma distância superior a metade da profundidade, medida a partir da borda do talude.
- Os taludes com altura superior a 1,75m devem ter estabilidade garantida.
- As escavações devem ter sinalização e isolamento, inclusive noturnos.
- Os acessos de trabalhadores, veículos e equipamentos às áreas de escavação devem ter sinalização de advertência permanente.
- É proibido o acesso de pessoas não autorizadas às áreas de escavação.
- Antes de ser iniciada a escavação, o responsável deve procurar se informar a respeito da existência de galerias, canalizações e cabos.
- Os escoramentos devem ser inspecionados diariamente.
- Quando for necessário rebaixar o lençol d'água (freático), os serviços devem ser executados por profissionais ou empresas qualificadas.
- Cargas e sobrecargas ocasionais, bem como possíveis vibrações, devem ser levadas em consideração para determinar a inclinação das paredes do talude, a construção do escoramento e o cálculo dos elementos necessários.
- A localização das tubulações deve ter sinalização adequada.
- As escavações devem ser realizadas por pessoal qualificado, que orientará os operários, quando se aproximarem das tubulações até a distância mínima de 1,50m.
- Tráfego próximo às escavações deve ser desviado e, quando da sua impossibilidade, reduzida a velocidade dos veículos.
- Devem ser construídas passarelas de largura mínima de 0,60m, protegidas por guarda-corpos, quando for necessário o trânsito sobre a escavação.

13.8. Estruturas metálicas

- As peças devem estar previamente fixadas antes de serem soldadas, cortadas ou parafusadas.
- Na edificação de estrutura metálica, abaixo dos serviços de corte, parafusagem ou solda, deve ser mantido piso provisório, abrangendo toda a área de trabalho situada no piso imediatamente inferior.
- O piso provisório deve ser montado sem frestas, a fim de se evitar queda de materiais ou equipamentos.
- Deve haver um recipiente para depositar pinos, parafusos e ferramentas à disposição do trabalhador.
- Os elementos componentes da estrutura metálica não devem ter rebarbas.
- Quando for necessária a montagem, próximo às linhas elétricas energizadas deve-se desligar a rede, afastar dos locais energizados, proteção das linhas, além de aterrar a estrutura e equipamentos que estão sendo utilizados.

- A colocação de pilares e vigas deve ser feita de maneira que, ainda suspensos pelos equipamentos de guindar, sejam executadas a prumagem, a marcação e a fixação das peças.
- Os andaimes utilizados na montagem de estruturas metálicas devem ser suportados por meio de vergalhões de ferro, fixados à estrutura, com diâmetro mínimo de 0,018m de largura mínima de 0,90m e proteção contra quedas;
- Em locais de estrutura, onde, tecnicamente não se possa empregar os andaimes citados acima, devem ser usadas plataforma com tirantes de aço ou vergalhões de ferro, com diâmetro mínimo de 0,012m, devidamente fixados a suportes resistentes;
- As escadas de mão somente podem ser usadas quando apoiadas no solo.

13.9. Operações de Solda e Corte a Quente

- Operações de solda e corte somente serão realizadas por trabalhadores qualificados.
 - Quando forem executadas operações de solda e corte, será obrigatória a remoção dos fumos originados no processo por ventilação local por exaustor.
 - Dispositivo usado para manusear eletrodos deve ter isolamento adequado à corrente usada, a fim de se evitar a formação de arco elétrico ou choques no operador.
 - Nas operações de solda e corte, é obrigatória a utilização de anteparo eficaz em material incombustível para a proteção dos trabalhadores circunvizinhos.
 - As mangueiras devem possuir válvulas corta-chamas, na saída do cilindro e chegada do maçarico.
 - São proibidas substâncias inflamáveis e/ou explosivas próximo aos cilindros de oxigênio.
 - Os equipamentos de solda elétrica devem ser aterrados.
 - Os fios condutores dos equipamentos, as pinças ou os alicates de solda devem ser mantidos longe de locais com óleo, graxa ou umidade, e devem ser deixados em descanso sobre superfícies isolantes.
 - É proibida a execução de serviços de solda e corte onde estejam depositadas, substâncias combustíveis, inflamáveis e explosivas.
 - Os recipientes de gases para solda devem obedecer as prescrições quanto ao transporte e armazenamento de produtos inflamáveis, inclusive utilizando capacetes protetores das válvulas, a fim de protegê-los contra impacto ou tensão.
 - No armazenamento, os cilindros deverão ser devidamente isolados para evitar contatos de gases incompatíveis (ex.: acetileno e oxigênio devem ficar afastados).
 - Cobrir sistemas de drenagens das proximidades.
 - Efetuar medições de explosividade na linha e/ou equipamento a ser reparado/montado e nas proximidades (externas à cabana) com possibilidade de ser atingido por uma fagulha, principalmente em gaxetas de válvulas, flanges e
- DELBONI ENGENHARIA: Rua Guajajaras, 910 – SI.1002 – Belo Horizonte/MG – Fone (31) 30724115**

drenos, durante a liberação do serviço e esporadicamente caso se faça necessário.

- Percentual de 0% de explosividade na parte interna e externa da cabana é condição básica para a liberação do serviço. O responsável da liberação deve estabelecer o raio do monitoramento, baseado na criticidade de cada local.
- Mangueiras devem ser sem emendas ou remendos e em cores distintas (Acetileno=vermelho, Oxigênio=verde/preto), presas através de braçadeiras.
- A identificação do conteúdo das garrafas deve ser feita nas cores padrão (Acetileno=vermelho e Oxigênio=preto).

13.10. Escadas, Rampas e Passarelas

- As escadas de uso coletivo, rampas e passarelas para a circulação e materiais devem ser de construção sólida, e devem ser dotadas de corrimão e rodapé.
- A transposição de pisos com diferença de nível superior a 0,40m deve ser feita por meio de escadas ou rampas.
- É obrigatória a instalação de rampa ou escada provisória de uso coletivo para transposição de níveis como meio de circulação de trabalhadores.

13.10.1. Escadas

- As escadas provisórias de uso coletivo devem ser dimensionadas em função do fluxo de trabalhadores, respeitando-se a largura mínima de 0,80m.
- Não serão colocadas escadas de mão:
 - Nas proximidades de portas ou áreas de circulação;
 - Onde houver risco de queda de objetos ou materiais;
 - Nas proximidades de aberturas e vãos.
- A escada de mão deve:
 - Ultrapassar em, no mínimo, 1,0m o piso superior;
 - Ser fixada nos pisos inferior e superior ou ter sapata que impeça escorregamento;
 - Ser dotada de degrau antiderrapante;
 - Ser apoiada em piso resistente;
 - Ter seu uso restrito para acessos provisórios e serviços de pequeno porte;
 - Ter espaçamento entre os degraus uniforme, variando entre 0,25m a 0,30m.
- Não devem ser usadas junto a redes e equipamentos elétricos desprotegidos.
- Devem estar livre de farpas, saliências ou emendas.
- É proibido apoiar as escadas em superfícies lisas e escorregadias, mas quando da sua impossibilidade, suas extremidades superiores deverão ser amarradas a estruturas resistentes.
- A escada de abrir deve ser rígida, estável e provida de dispositivos que a mantenham com abertura constante, devendo ter comprimento máximo de 6,0m, quando fechada.

- A escada extensível deve ser dotada de dispositivo limitador de curso, colocado no quarto vão a contar da catraca. Caso não haja o limitador de curso, quando estendida, deve permitir uma sobreposição de no mínimo 1,0m.
- As escadas fixas, tipo marinho, devem ser presas no topo e na base e a cada 3,0m, quando possuir altura superior a 5,0m.

13.10.2. Rampas e Passarelas

- As rampas e passarelas provisórias devem ser construídas e mantidas em perfeitas condições de uso e segurança.
- As rampas provisórias devem ser fixadas no piso inferior e superior, não ultrapassando 30° (trinta graus) de inclinação em relação ao piso.
- Nas rampas provisórias com inclinação superior a 18° (dezoito graus), devem ser fixadas peças transversais espaçadas em no máximo 0,40m, para apoio dos pés.
- As rampas provisórias usadas para trânsito de caminhões devem ter largura mínima de 4,0m e ser fixadas em suas extremidades.
- Não devem existir ressalto entre o piso da passarela e o piso do terreno.
- Os apoios das extremidades das passarelas devem ser dimensionados em função do comprimento total das mesmas e das cargas a que estarão submetidas.

117

13.11. Movimentação de Materiais e Pessoas

- Os equipamentos de transporte vertical de materiais e de pessoas devem ser dimensionados por profissional legalmente habilitado.
- A montagem e desmontagem devem ser realizadas por trabalhador qualificado.
- A manutenção deve ser executada por trabalhador qualificado, sob a supervisão de profissional legalmente habilitado.
- Todos os equipamentos de movimentação e transporte de materiais e pessoas só devem ser operados por trabalhador qualificado, com registro na Carteira de Trabalho.
- No transporte vertical e horizontal de movimentação de carga, deverá estar isolada e sinalizada.
- Quando o local de lançamento de materiais não for visível pelo operador do equipamento, deve ser utilizado sistema de sinalização, sonoro ou visual, ou comunicação por rádio para determinar o início e o fim do transporte.
- No transporte e descarga dos perfis, vigas e elementos estruturais, devem ser adotadas medidas preventivas quanto à sinalização e isolamento da área.
- Os acessos do serviço devem estar desimpedidos, possibilitando a movimentação dos equipamentos de guindar e transportar.
- Antes do início dos serviços, os equipamentos de guindar e transportar devem ser vistoriados por trabalhador qualificado, com relação à capacidade de carga, altura de elevação e estado geral do equipamento.

DELBONI ENGENHARIA: Rua Guajajaras, 910 – Sl.1002 – Belo Horizonte/MG – Fone (31) 30724115

- Todas as manobras de movimentação devem ser executadas por trabalhador qualificado e por meio de código de sinais convencionados.
- Devem ser tomadas precauções especiais quando da movimentação de máquinas e equipamentos próximos a redes elétricas.
- Os equipamentos devem estar totalmente travados e aterrados.
- Levantamento manual ou semi-mecanizado de cargas deve ser executado de forma que o esforço físico realizado pelo trabalhador seja compatível com a sua capacidade de força, conforme a NR-17.
- Os equipamentos de transporte de materiais devem possuir dispositivos que impeçam a descarga acidental do material transportado.
- Os equipamentos deverão possuir alarme sonoro sincronizado à marcha a ré.
- A área de isolamento das máquinas deverá cobrir o equipamento e toda a área de alcance da lança.
- Para o isolamento, as máquinas deverão possuir um kit contendo fitas de isolamento e placas com os dizeres: “Não ultrapasse. Risco de queda de material”, para serem colocadas em todas as faces do isolamento.

13.12. Diagrama de Decisão e de Procedimentos dos Processos Operacionais nas Situações Normais e Emergenciais

13.12.1. Medidas de proteção contra quedas de altura

- Serão instaladas proteções coletivas onde houver risco de queda de trabalhadores ou de projeção de materiais.
- As aberturas no piso devem ter fechamento provisório resistente.
- As aberturas, em caso de serem utilizadas para o transporte vertical de materiais e equipamentos, devem ser protegidas por guarda-corpo fixo, no ponto de entrada e saída de material, e por sistema de fechamento do tipo cancela ou similar.
- Os vãos de acesso aos poços de visita devem ter fechamento provisório de, no mínimo, 1,20m de altura, construído de material resistente e seguramente fixado à estrutura, até a colocação definitiva das tampas.
- A proteção contra quedas, quando constituída de anteparos rígidos, em sistema de guarda-corpo e rodapé deve atender aos seguintes requisitos:
 - Ser construída com altura de 1,20m para o travessão superior e 0,70m para o travessão intermediário;
 - Ter rodapé com altura de 0,20m;
 - Ter vãos entre travessas preenchidos com tela ou outro dispositivo que garanta o fechamento seguro da abertura.
- O perímetro do serviço deve ser fechado com tela a partir da plataforma principal de proteção.
- A tela deve constituir uma barreira protetora contra projeção de materiais e ferramentas.

13.12.2. Uso de tripés para entrada em poços de visita

- A sustentação deve ser feita por meio de cabo de aço.
- O tripé deverá dispor de:
 - Sistema dotado com dispositivo de subida e descida com dupla trava de segurança;
 - Requisitos mínimos de conforto previstos na NR-17 - Ergonomia;
 - Sistema de fixação do trabalhador por meio de cinto.
 - O trabalhador deve utilizar cinto de segurança tipo pára-quedista, ligado ao trava-quedas em cabo-guia.

Cabos de aço

- É obrigatória a observância das condições de utilização, dimensionamento e conservação dos cabos de aço, conforme o disposto na norma técnica vigente, NBR 6327/83 - Cabo de Aço/Usos Gerais da ABNT.
- Os cabos de aço de tração não podem ter emendas nem pernas quebradas que possam vir a comprometer sua segurança; devem ter carga de ruptura equivalente a, no mínimo, 5 vezes a carga máxima de trabalho a que estiverem sujeitos e resistência a tração de seus fios de, no mínimo, 160 kgf/mm².
- Os cabos de aço devem ser fixados por meio de dispositivos que impeçam deslizamento e desgaste.
- Os cabos de aço devem ser substituídos, quando apresentarem condições que comprometam a sua integridade, em face da utilização a que estiverem submetidos.

119

13.12.3. Acesso a poços de visita e outros ambientes confinados

- Deverão ser realizados treinamento e orientação para os trabalhadores quanto aos riscos, esclarecendo a forma de preveni-los e o procedimento a ser adotado em situações de risco;
- Nos serviços em que se utilizem produtos químicos, os trabalhadores não poderão realizar suas atividades sem a utilização de EPI adequado, de acordo com a NR-6;
- A realização de trabalho em recintos confinados deve ser precedida de análise de risco da tarefa, contendo os procedimentos a serem adotados;
- Deverá ser realizado o monitoramento permanente dos percentuais de oxigênio, explosividade e agentes químicos, sob a responsabilidade da área operacional;
- É proibido o uso de oxigênio para ventilação de local confinado;
- Deve haver ventilação local exaustora eficaz para a extração dos contaminantes e ventilação geral para a insuflação de ar para o interior do ambiente, garantindo a renovação contínua do ar;
- Deve haver sinalização com informação clara e permanente durante a realização de trabalhos no interior de espaços confinados;

- Deve-se fazer uso de cabos de segurança e armaduras para amarração que possibilitem meios seguros de resgate (tripé);
- Substâncias tóxicas ou inflamáveis devem ser adequadamente acondicionadas;
- A cada grupo de 20 trabalhadores, dois deles devem ser treinados para resgate;
- Deve haver iluminação sem emendas nos cabos, à prova de explosão, e adequada à área classificada;
- Todo trabalho deve ser realizado com no mínimo duas pessoas, sendo um deles o observador posicionado fora do ambiente e com condições de providenciar meios de resgate.

13.12.4. Proteção contra incêndios

- É proibido retirar e/ou utilizar as mangueiras de incêndio e acessórios contidos nos abrigos de mangueiras, a não ser para controle de emergências.
- Não é permitida a parada de veículo ou equipamento a menos de 5 (cinco) metros de hidrantes, nem a obstrução de acesso a extintores e canhões monitores fixos.
- O uso de rádios transceptores nos poços de visita deve ser precedido de autorização constando a classificação destes.
- É proibido utilizar celular nos poços de visita.
- Casos de interdição de acessos, principalmente de subestação e lagoas, deverão ser previamente estudados.
- Extintores de incêndio em quantidade suficiente adequada ao local deverão ser mantidos em perfeitas condições de uso.
- Adotar medidas que atendam, de forma eficaz, as necessidades de prevenção e combate a incêndio para os diversos setores, atividades, máquinas e equipamentos.
- Nos ambientes confinados e onde são executadas pinturas, bem como nos locais de manipulação e emprego de tintas, solventes e outras substâncias combustíveis, inflamáveis ou explosivos, devem ser tomadas as seguintes medidas de segurança:
 - Proibição de fumar ou portar cigarros ou assemelhados acesos, ou qualquer outro material que possa produzir faísca ou chama;
 - Evitar, nas proximidades, a execução de operação com risco de centelhamento, inclusive por impacto entre peças;
 - Utilizar obrigatoriamente lâmpadas e luminárias à prova de explosão;
 - Instalar sistema de ventilação adequado para a retirada de mistura de gases, vapores inflamáveis ou explosivos do ambiente;
 - Colocar, nos acessos, placas com os seguintes dizeres: “Risco de incêndio” ou “Risco de Explosão”;
 - Manter cola e solventes em recipientes fechados e seguros;
 - Chamas, faíscas, dispositivos de aquecimento devem ser mantidos afastados de tintas, vernizes, outras substâncias combustíveis, inflamáveis ou explosivos.

- Manter empregados organizados e treinados para o primeiro combate ao fogo.

13.12.5. Procedimento em caso de emergência

Sempre que houver emergência, todos os serviços deverão ser imediatamente paralisados e os empregados seguir para um ponto pré-determinado.

Cabe ao responsável pela unidade, definir procedimentos de emergência adequados às atividades.

- Para comunicação devem Ter números telefônicos de hospitais, bombeiros, pessoas chave na empresa, etc.
- Para os serviços a serem realizados na subestação, acesso aos poços de visita, escavações, com risco de queda nas lagoas, e outros mais identificados como de risco imediato à vida, deverão ser de conhecimento dos empregados, os respectivos planos de emergência, sendo previstos os recursos necessários, bem como linhas de atuação conjunta e organizada, para as seguintes situações:
 - Incêndio e explosão
 - Queda de homens na lagoa
 - Condições adversas (vento e chuva)
 - Poluição ou acidente ambiental
 - Socorro a acidentados

13.12.6. Sinalização de segurança

Foram definidos os seguintes procedimentos mínimos de segurança para sinalização, com o objetivo de:

- Identificar os locais de apoio;
- Indicar as saídas por meio de dizeres ou setas;
- Manter comunicação através de avisos, cartazes ou similares;
- Advertir contra perigo de contato ou acionamento acidental com partes móveis das máquinas e equipamentos;
- Advertir quanto ao risco de queda;
- Alertar quanto à obrigatoriedade do uso de EPI específico para a atividade executada, com a devida sinalização e advertência próximas ao posto de trabalho;
- Alertar quanto ao isolamento das áreas de transporte e circulação de materiais por máquinas de carga e bombas de hidrovácuo;
- Identificar acessos, circulação de veículos e equipamentos no serviço;
- Advertir os trabalhadores onde o pé-direito for inferior a 1,80m;
- Identificar locais com substâncias tóxicas, inflamáveis, explosivas e radioativas;
- As áreas com potencial para causar acidentes e/ou situações emergenciais, tais como: presença de produtos perigosos, movimentação de carga, queda de materiais, riscos elétricos, escavações, deverão ser isoladas, identificadas, sinalizadas, e ter placas de “Perigo”, com identificação do risco correspondente.

DELBONI ENGENHARIA: Rua Guajajaras, 910 – SI.1002 – Belo Horizonte/MG – Fone (31) 30724115

13.12.7. Trabalhos com risco de afogamento

Nas atividades realizadas na e/ou próximos às lagoas, além das outras disposições contidas neste plano:

- Todos devem fazer uso de coletes salva-vidas, dotados de fitas retro-refletivas.
- Nos locais próximos à água, devem existir bóias salva-vidas e outros equipamentos necessários ao resgate de vítimas que caíam no líquido.
- Nos trabalhos noturnos, as bóias salva-vidas deverão Ter iluminação automática.
- Quaisquer aberturas devem estar sinalizadas, iluminadas e protegidas com guarda-copo e/ou rede para impedir a queda de pessoas ou objetos.
- Nas atividades para acesso nas tubulações existentes abaixo do nível do terreno, não será permitido o uso de escada do tipo quebra-peito.
- Todos os serviços deverão estar devidamente sinalizados e isolados, inclusive, quanto ao acesso de terceiros e veículos que circulam nas áreas.
- Deverá ser negociado com entidades locais, o apoio de primeiros socorros para todos os empregados.
- Por tratar-se de área rural, todas as placas de advertência para terceiros, deverão possuir pictogramas, além dos escritos.

Todos os materiais inservíveis, tipo trapos, estopas, pedaços de juntas, fios, devem ser depositados em recipientes adequados, sendo proibido o lançamento na lagoa.

122

13.13. Gerenciamento de Resíduos

Deverão ser seguidos os procedimentos para classificação, armazenamento temporário e transporte de resíduos, tanto interna quanto externamente.

Estes procedimentos têm por objetivo estabelecer os critérios e procedimentos para classificação, segregação, permissão para a movimentação e transporte, remoção, disposição e armazenamento temporário e definitivo dos resíduos sólidos líquidos e semi-sólidos gerados nas frentes de trabalho nas instalações, enquadrados nas classes I, II e III da norma NBR-10004 - resíduos sólidos, e que serão destinados a locais previamente acordado com o mesmo.

13.13.1. Classificação dos Resíduos

Resíduos perigosos ou classe I - São aqueles que, em função de suas propriedades físicas, químicas ou infecto-contagiosas podem:

- Apresentar riscos à saúde pública, provocando ou contribuindo de forma significativa para um aumento de mortalidade ou incidência de doenças;
- Apresentar risco ao meio ambiente quando manuseados ou dispostos de forma inadequada;

- Ser inflamáveis, corrosivos, reativos, tóxicos e patogênicos, conforme definido na norma brasileira, NBR 10004 (resíduos sólidos).

Resíduos não inertes ou classe II - São aqueles que têm propriedades tais como combustibilidade, biodegradabilidade ou solubilidade em água, conforme constante na NBR 10004 (resíduos sólidos).

Resíduos inertes ou classe III - São aqueles que, quando amostrados de forma representativa, segundo a norma 10007 (amostragem de resíduos), submetidos a um contato estático ou dinâmico com água mineralizada ou deionizada, não tiveram nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água, conforme padrões da norma 10004, executando-se os padrões de aspecto, cor turbidez e sabor.

13.13.2. Geração, Segregação e Proveniência dos Resíduos

Cabe aos envolvidos com os resíduos, sejam estes de classe I, II ou III, implantar um sistema de segurança, no que diz respeito ao seu manuseio. Todos os resíduos gerados deverão ser acondicionados conforme orientação da norma. Deve-se manter o controle da quantidade gerada e movimentação do dia, conforme formulário de Movimentação de Resíduos.

É importante o uso adequado dos equipamentos de proteção individual de acordo com a NR-6, o treinamento e acompanhamento dos funcionários envolvidos, bem como implantação de um sistema de operação, limpeza e higiene.

Nenhuma substância sólida, semi-sólida, líquida, gasosa ou vapor, deve ser descartada sem prévia análise de suas conseqüências e impacto ao meio ambiente e sem autorização prévia. Toda entrada e saída de produtos químicos deverá ser registrada e autorizada, após análise da ficha de segurança do produto.

Os materiais inservíveis, tais como plásticos e latas, terão destinos apropriados, descartando-se conforme estabelecido na legislação específica (Lei 12.305/2010) ou procedimento interno.

13.14. Procedimentos e Parâmetros para a Realização de Análises Laboratoriais de Controle

A finalidade do laboratório da estação de tratamento de esgotos é trabalhar em harmonia com a operação, mantendo um controle de qualidade, verificando a eficiência do tratamento e conhecendo as características dos esgotos afluente e efluente.

Tais dados, fornecidos pelo laboratório, são traduzidos pelos operadores como:

- Fechar registros;
- Abrir Comportas
- Mudar Alimentação dos Digestores;
- Retirar Areia da Caixa de Areia;
- Colocar a ETE em By-pass parcial ou total;
- Descartar Lodo Digerido de DAFA's;

DELBONI ENGENHARIA: Rua Guajaras, 910 – Sl.1002 – Belo Horizonte/MG – Fone (31) 30724115

- Remover vegetação das lagoas;
- Remover material sobrenadante das lagoas;
- Reduzir nível das lagoas.

Nas análises de rotina, o laboratório não se preocupa em conhecer a composição química exata dos constituintes do esgoto, a não ser que esteja desenvolvendo um trabalho de pesquisa. Há a necessidade, todavia, de se ter dados que revelem a condição sanitária dos esgotos, seu estado de decomposição, concentração e a eficiência do tratamento.

Os esgotos se decompõem com muita facilidade, e sua concentração varia consideravelmente durante uma jornada diária. Assim, durante o dia na hora de maior vazão, o esgoto é concentrado e forte, ao passo que, durante a noite e nas horas da manhã, o esgoto é menos concentrado e com baixa D.B.O.

13.14.1. Coleta das Amostras

Os aparelhos de laboratório atuais são dotados de enorme precisão. Porém, de nada adianta essa precisão se a amostra colhida não for representativa. O aparelho faz a determinação certa e precisa, mas a amostra deve ser real para que os números sejam condizentes com a realidade. A verdadeira concentração de um esgoto somente será fornecida por uma amostra composta do mesmo, amostra esta constituída por alíquotas das 24 horas diárias conservadas em geladeira.

Somente a vivência, a experiência, o bom senso, e a astúcia, formarão um bom operador que tem consigo a responsabilidade de efetuar uma boa coleta. Apesar dessas considerações, acredita-se que a observação dos itens abaixo será de grande utilidade para se tentar uma coleta próxima da adequada:

- Deve-se coletar amostras de modo a manter a verdadeira proporção entre o líquido e os sólidos em suspensão. Com isso evita-se que, em uma coleta de um litro, não estejam presentes: tocos, folhas, pedaços de pedra, pedaços de fezes em fim objetos estranhos ao curso normal do líquido;
- Antes de iniciar a coleta, enxague o frasco três vezes com a própria amostra;
- Não se devem coletar amostras junto às paredes ou próximo ao fundo dos canais. Procurar um ponto representativo da massa líquida;
- Maior número de amostras coletadas em intervalos regulares fornecerá resultados mais precisos;
- Tanto a temperatura do ar como da amostra deverão ser registradas no momento da coleta;
- Os gases dissolvidos, temperatura e pH deverão, de preferência, ser determinados no local da coleta;
- Para amostra de oxigênio dissolvido e D.B.O, deve-se evitar aeração excessiva. Preconiza-se a utilização de coletores especiais (por exemplo, a garrafa de Hale);

- Para a coleta de amostra de bacteriologia, deve-se observar primeiramente o sentido do fluxo, depois coletar a uma profundidade de aproximadamente 15cm da lâmina de água, atentando-se sempre ao uso de luva de PVC cano longo.
- Verificar sempre os rótulos dos frascos para não haver troca de amostras; e também se os mesmos estão bem tampados e, se houver transporte dos frascos, procure acondicioná-los de maneira a evitar o contato entre frascos de vidro nas trepidações. As amostras devem ser transportadas em caixas fechadas e acondicionadas em gelo. Nunca transportar fora de caixas sem proteção externa.
- Os resultados serão mais reais quanto menor for o tempo decorrido entre a coleta e a análise.
- Para as amostras compostas, é indispensável o uso de geladeira. Se não existir geladeira no laboratório, as amostras poderão ser preservadas com caixas com gelo.

13.14.2. Segurança do Trabalho no Laboratório

O cuidado no laboratório é uma das principais características de um colaborador de laboratório. Por essa razão é sempre bom que tenha em mente as seguintes recomendações:

Prevenir acidentes:

- Ser atento e cuidadoso com as vidrarias contaminadas e reagentes corrosivos;
- Trabalhar com seriedade porque os perigos existem a todo instante.

125

13.14.3. Material Infeccioso

Os esgotos contêm milhões de bactérias e outros tipos de microorganismos, alguns dos quais patogênicos e perigosos. O pessoal que manuseia amostras de esgotos deverá lavar as mãos com extremo cuidado, particularmente antes das refeições. Nunca pipete esgoto ou amostras poluídas com a boca, use o aparelho de sucção. As pipetas bicos de papagaios substituem as antigas pipetas sorológicas, assim evita contaminação com o esgoto. Somente alguns cuidados devem ser tomados no seu uso, pois, podem causar acidentes de trabalho na hora de completar o volume do Erlenmeyer. Caso o operador não consiga retirar o bico de papagaio do frasco, este deve tomar as seguintes providências:

- Com auxílio de uma luva de raspa procurar remover a pipeta. Caso haja resistência ao retirar, aquecer a água e aplicar no local soldado. Fazer isso com os devidos cuidados para não provocar acidente de trabalho.
- Em seguida, remover a pipeta com uma luva de raspa. Se assim mesmo não conseguir, deverá ser enviado para o laboratório, o qual se responsabilizará pela retirada da vidraria.
- Semanalmente deverá ser efetuada a limpeza da pipeta bico de papagaio com água e sabão extran, colocando vaselina sólida para que não aconteça a solda da pipeta com o Erlenmeyer.

13.14.4. Produtos Corrosivos

Ácidos

Entre os de uso constante, citam-se: Clorídrico, Sulfúrico, Nítrico, Acético Glacial, Sulfúrico Fumegante, Sulfocrômica. Pelo alto poder de corrosão, em casos de respingos acidentais sobre o corpo deve-se imediatamente lavar o local com de água corrente em abundância e neutralizar o ácido com carbonato de sódio a 5%. Sendo grave a queimadura, procurar imediatamente um médico.

Neutralizar sempre qualquer ácido que eventualmente caia sobre balcões e enxague em seguida com água fria. Ao preparar solução ácida, colocar primeiro a água no frasco para depois vagarosamente adicionar o ácido. Manusear as pipetas sujas de ácido com cuidado para evitar respingos no corpo e nos aparelhos próximos.

Bases

Entre as de manuseio frequente, citam-se: hidróxido de sódio, hidróxido de potássio, hidróxido de amônia, solução alcalina de Iodeto de Potássio + Azida de Sódio. São soluções alcalinas extremamente corrosivas para a pele e tecidos. Ao introduzir solução alcalina em vidros de rolha esmerilhada ou balões volumétricos, deve-se passar sempre um pouco de vaselina nas bordas das rolhas para evitar uma posterior e indesejável solda.

Em caso de acidente, lavar a parte atingida com água em abundância. Use solução de ácido bórico saturada, a fim de neutralizar.

Diversos

- Ao trabalhar com vapores de cloro e de amônia, fazê-lo na capela;
- Evitar inalar ou ingerir materiais tóxicos como cádmio, cianeto, cromo e outros metais pesados.
- Evitar inalar vapores de tetracloreto de carbono, hidróxido de amônia, ácido nítrico, bromo, ácido clorídrico, clorofórmio;
- Deve-se ter muito cuidado ao trabalhar com material explosivo ou inflamável. Não trabalhar perto do bico de gás com: hidrogênio, acetileno, bissulfeto de carbono, benzeno, éter, acetona etc.
- A vidraria quebrada não oferece recuperação, deve ser descartada.
- Deve-se estar sempre em alerta com um produto que se encontre em vidro não rotulado. Procurar identificá-lo com rótulo adequado.
- É proibido fumar no laboratório ou durante análises de esgoto.
- Não utilizar os equipamentos de laboratório em contato com qualquer tipo de alimento a ser ingerido.
- Evitar brincadeiras com colegas dentro do laboratório.

13.14.5. Limpeza do Material do Laboratório

A certeza de que um frasco de laboratório está realmente limpo é o ponto de partida para o correto resultado de uma análise. Por esse motivo, os frascos para coleta

de amostras e as demais peças de vidro devem ser rigorosamente limpos antes de serem usados.

13.14.5.1. Materiais Utilizados no Laboratório

- Detergente;
- Solução de limpeza extran
- Sabão neutro bactericida
- Termômetros
- Destilador de água
- PHmetros
- Balanças Analíticas
- Vidrarias em geral
- Estufa Incubadora
- Solução Sulfocrômica;
- Água Destilada;
- Estufa para esterilização e secagem.

Os frascos de vidro para coleta de amostras, buretas, pipetas e balões deverão ser tratados com solução sulfocrômica, se possível durante algumas horas. Recolhe-se a solução sulfocrômica utilizada para uso posterior até que ela se enfraqueça. Enxágua-se as peças de vidro primeiro com água corrente da torneira e logo após com água destilada. As garrafas de polietileno deverão ser lavadas com detergente (extran) ou com ácido clorídrico concentrado, nunca com solução sulfocrômica.

127

13.14.6. Higiene Ambiental

No laboratório de esgoto os balcões devem ser desinfetados com diversos produtos químicos (lisofórmio, lisol, etc.). As moscas que sempre aparecem devem ser combatidas com pulverização de veneno K-otrine, nos balcões e paredes, pois possui eficiente ação residual. Quando se trabalha com lodo bruto ou lodo digerido, o mau cheiro pode ser aliviado com a neutralização de produtos do tipo "aerosol". A lavagem das mãos com sabão bactericida e posterior enxágue com álcool iodado é sempre uma boa medida.

13.14.7. Higiene do Pessoal

Existe possibilidade do pessoal que trabalha com esgotos contrair doenças. Tanto o operador da estação de tratamento, como o laboratorista, ou o trabalhador que faz a manutenção das redes de esgotos, estarão sujeitos a cortes, lesões ou algum outro acidente. Uma bactéria que penetre no corte poderá ali se desenvolver, infectando o trabalhador.

Os operadores e colaboradores devem sempre trabalhar com botas de borracha e, em casos do contato inevitável com esgotos, devem usar luvas de cano longo. Uma medida de grande utilidade é trabalhar com roupas de serviços (macacão, máscaras,

DELBONI ENGENHARIA: Rua Guajajaras, 910 – Sl.1002 – Belo Horizonte/MG – Fone (31) 30724115

botas etc.), deixando-as em local apropriado no trabalho. Terminado o expediente, os colaboradores deverão, após o banho, trocá-las pelas usuais, evitando, assim, levar material contaminante e insalubre para fora da estação.

O risco de se contrair uma doença está na negligência dos colaboradores em descuidar-se da limpeza pessoal (unhas grandes, mãos sujas, corte na pele sem medicação, roupas muito sujas etc.), o não uso de roupas específicas e demais EPI's necessários ao desempenho correto de suas atribuições. Nas lavagens das mãos, a qualidade do sabão é menos importante do que a obrigatoriedade do seu uso. Durante o serviço, deve-se evitar ao máximo comer ou fumar, pois as mãos estarão lidando com material infeccioso e contaminante.

13.14.8. Ficha de Coleta

O laboratório deverá possuir uma ficha de coleta que o coletor preencherá, entregando-a no laboratório juntamente com a amostra. Nela deverão constar:

- Data;
- Local;
- Hora de coleta;
- Temperatura do ar
- Temperatura da amostra coletada;
- Observações.

13.14.9. Análises Físico-Químicas

Acidez

- Vidrarias:
 - Proveta de 100 ml;
 - Erlenmeyer de 300 ml;
 - Bureta de 25 ml;
- Reagentes:
 - Solução indicadora de Fenolftaleína;
 - Solução titulante de Hidróxido de sódio 0,02 N (NaOH)
- Local de Amostragem:
 - Chegada do esgoto e Efluente do DAFA.
- Técnica:
 - Transferir para uma proveta 100 ml da amostra; (se o esgoto estiver muito turvo, o operador deverá fazer a diluição do esgoto introduzindo 10 ml de esgoto na proveta e completando para 100 ml com água destilada. Está diluindo a amostra em 1:10, isto significa que ao final da análise o operador deverá multiplicar o resultado por 100).
 - Observação: Fazer um branco para melhor verificar a viragem.
 - Adicionar em cada erlenmeyer 3 a 4 gotas de Fenolftaleína;
 - Titule com hidróxido de sódio 0,02 N, até aparecer a coloração rósea persistente. Anote os ml de hidróxido gastos.

Cálculo:

ml de NaOH 0,02 N x 10 = mg/l de acidez em termos de CaCo₃

Em caso de diluição, ficaria da seguinte maneira:

ml de NaOH 0,02 N x 10 x 10 = mg/l CaCo₃.

Considerações

A acidez nos esgotos é causada principalmente pela presença de CO₂, ácidos minerais e sais hidrolisados. A determinação é de utilidade, uma vez que uma brusca variação do seu valor normal poderá indicar o lançamento de algum resíduo industrial nos esgotos domésticos. A maioria das águas é considerada alcalina, embora possam conter gás carbônico que, combinado com a molécula da água, formará ácido carbônico. Por essa razão, muitas águas contêm acidez e alcalinidade.

- **H₂S (Ácido Sulfídrico)**

- Bureta de 25 ml
- Pipeta bico de papagaio 10 ml
- Proveta de 200 ml
- Pipeta bico de papagaio 2 ml

- **Reagentes:**

- Solução de Tiossulfato de sódio 0,025 N
- Solução indicadora de Amido
- Solução padrão de Iodo 0,025 N
- Iodeto de potássio (Sal)

- **Local da Coleta:**

- Chegada do esgoto bruto na estação, saída do DAFA. É importante que esta análise seja determinada imediatamente após a coleta da amostra.

- **Técnica:**

- Em dois erlenmeyer de 500 ml adicione de 0,1 gramas de cristais de iodeto de potássio (KI);
- Adicione 200 ml de água destilada em um dos erlenmeyer;
- Sifone 200 ml da amostra para o outro erlenmeyer de 500 ml, evitando aeração;
- Adicione 10 ml de solução de iodo 0,025 N em cada frasco;
- Adicione 2,0 ml de indicador de amido;
- Titular com Tiossulfato de Sódio 0,025 N;
- Anote os mls de Tiossulfato consumido em cada uma das amostras.

Cálculo:

DELBONI ENGENHARIA: Rua Guajaras, 910 – Sl.1002 – Belo Horizonte/MG – Fone (31) 30724115

A - 10 = ml de tiosulfato gastos com a amostra
B - 10 = ml de tiosulfato gastos com a água destilada

$$\frac{(B - A) \times 426}{200} = \text{mg/l de H}_2\text{S}$$

- Observações
 - O ácido sulfídrico é determinado pela ação redutora que exerce sobre uma solução padrão de iodo.
- **Alcalinidade Total**
 - Erlenmeyer de 300 ml
 - Bureta de 25 ml
 - Proveta de 100 ml
- Reagentes:
 - Ácido Sulfúrico 0,02 N
 - Solução Indicadora de Metilorange
- Local da Coleta:
 - Influyente
 - Efluente
- Técnica:
 - Tomar 100 ml da amostra em erlenmeyer de 300 ml (se a amostra estiver muito turva, executar a diluição)
 - Adicione 3 a 4 gotas de metilorange
 - Titule com ácido sulfúrico 0,02 N
 - Anote os mls gastos

130

Cálculo:

mls gastos x 10 = mg/l CaCO_3 . Se a amostra for diluída = mls gastos x 100 mg/l CaCO_3 .

- **Sólidos Sedimentáveis**
 - Cone Imhoff
 - Suporte para Cone Imhoff
- Local da Coleta:
 - Influyente
 - Saída Decantador primário
 - Saída do DAFA
 - Saída Decantador Secundário
- Técnica:
 - Colete 1.000 ml de amostra

- Agite vigorosamente a amostra coletada e introduza-a no cone imhoff de 1000 ml
- Deixe sedimentar durante 45 minutos quando então com a ajuda de um bastão de vidro, agite vagarosamente para que os sólidos aderidos às paredes do cone também se sedimentem.
- Deixe decantar por 15 minutos
- Leia diretamente a quantidade de sólidos sedimentáveis em mililitro por litro hora.
- **Objetivo do Teste:**
 - Indicar o volume de sólidos sedimentáveis dos esgotos que decantará em um determinado período.

● **Alcalinidade Total do Biodigestor**

- Funil de separação
- Haste
- Becker de 100 ml
- Erlenmeyer 500 ml
- Bureta de 25 ml
- Proveta 500 ml
- Indicador de metilorange
- Solução titulante do Ácido Sulfúrico 0,02 N
- Centrífuga
- **Local da Coleta:**
 - Na válvula de descarga do digestor para adensador
 - Técnica:
 - Tome 80 ml de amostra para ser centrifugada
 - Transfira a amostra centrifugada para um becker de 100 ml
 - Coloque algodão no funil e efetue a filtração
 - Em uma proveta de 500 ml adicione 10 ml de amostra completando para 200 ml com água destilada
 - Coloque em Erlenmeyer de 500 ml e adicione 3 gotas de metilorange
 - Titule com ácido sulfúrico 0,02 N. Anote os mls gastos (A)
 - Faça um branco, colocando 200 ml de água destilada anotando os mls gastos (B)

Cálculo:

$\text{Alcalinidade total} = (A \times 100) - (B \times 5) = \text{mg/l}$

● **Acidez Volátil**

- Funil de separação
- Centrífuga
- pHmetro
- Fogareiro

DELBONI ENGENHARIA: Rua Guajaras, 910 – Sl.1002 – Belo Horizonte/MG – Fone (31) 30724115

- Becker de 100 ml
- Erlenmeyer 500 ml
- Pipeta de 5,0 ml
- Pipeta de 10,0 ml
- Ácido Sulfúrico 0,1 N
- Hidróxido de Sódio 0,05 N
- Proveta de 100 ml
- Técnica:
 - Com auxílio de funil, filtre através de algodão a amostra centrifugada até completar 50 ml em proveta graduada
 - Coloque em becker de 100 ml
 - Leve ao pHmetro e com uma pipeta de 5,0 ml, vá adicionando ácido sulfúrico 0,1 N até pH 4,0 com agitação
 - Coloque o becker no fogareiro e aqueça em ebulição por três minutos
 - Esfrie em banho de água até temperatura ambiente
 - Leve novamente ao pHmetro e usando pipeta de 10 ml, vá adicionando solução de hidróxido de sódio 0,05 N até encontrar pH 7,0 com agitação
 - Anote os ml's gastos

Cálculo:

Alcalinidade dos ácidos voláteis = 50 x ml de NaOH 0,05N ácidos voláteis

132

- Observações
 - Se a alcalinidade dos ácidos voláteis for maior que 180 mg/l, ácidos voláteis = alcalinidade dos ácidos voláteis multiplicado por 1,5.
 - Se a alcalinidade dos ácidos voláteis for menor que 180 mg/l, ácidos voláteis = alcalinidade dos ácidos voláteis multiplicado por 1,0.
- **Oxigênio Dissolvido**
 - Frasco para DBO 300 ml
 - Pipeta bico de papagaio 2,0 ml
 - Proveta de 250 ml
 - Bureta 25 ml
 - Frasco Erlenmeyer 500 ml
- Reagentes:
 - Solução de Sulfato Manganoso
 - Solução alcalina de iodeto de potássio + azida de sódio
 - Ácido sulfúrico concentrado
 - Tiosulfato de sódio 0,025 N
- Local da Coleta:
 - Saída filtro biológico, decantador secundário, câmara de contato, lagoas facultativas e corpos receptores.

DELBONI ENGENHARIA: Rua Guajaras, 910 – Sl.1002 – Belo Horizonte/MG – Fone (31) 30724115

- Técnica:

- Após coletar a amostra, adicione 2,0 ml de sulfato manganoso tendo cuidado de mergulhar a ponta da pipeta no interior do líquido.
- Com a mesma técnica, adicione 2,0 ml de solução alcalina de iodeto de potássio + azida de sódio. Tampe o frasco e agite por inversões sucessivas.
- Deixe o precipitado formado decantar por 3 minutos e adicione 2 ml de ácido sulfúrico concentrado. Agite-o novamente como no item anterior.
- Meça em proveta graduada 200 ml do líquido e introduza em Erlenmeyer de 300 ml.
- Adicione 2 ml de indicador de amido, titule com tiossulfato de sódio 0,025N até a viragem para incolor.
- Anote os ml's gastos de tiossulfato de sódio.

Cálculo:

$\text{ml de tiossulfato de sódio } 0,0025N = \text{mg/l de OD}$
--

14. DIAGRAMA DE AÇÕES PARA EMERGÊNCIA E CONTINGÊNCIAS

ALTERNATIVAS PARA EVITAR A PARALISAÇÃO DO SISTEMA DE TRATAMENTO DE ESGOTO		
OCORRÊNCIA	ORIGEM	AÇÕES PARA EMERGÊNCIA E CONTINGÊNCIA
Extravasamento de esgoto por paralisação do funcionamento de unidade de tratamento	Interrupção no fornecimento de energia elétrica nas instalações de bombeamento	Comunicar à COELBA a interrupção de energia
		Acionar gerador de energia
		Instalar tanque de acumulação para o esgoto extravasado, visando evitar contaminação de solo e água
Extravasamento de esgoto em estações elevatórias	Danificação de equipamentos eletromecânicos	Comunicar aos órgãos de controle ambiental os problemas com os equipamentos e a possibilidade de ineficiência do tratamento
		Acionar equipamento reserva
	Ações de Vandalismo	Comunicar o ato de vandalismo à Polícia
		Executar reparo das instalações danificadas
	Interrupção no fornecimento de energia elétrica nas instalações de bombeamento	Comunicar à COELBA a interrupção de energia
		Acionar gerador de energia
Rompimento de coletores, interceptores e/ou emissários	Desmoronamento de taludes ou paredes de canais	Executar reparo da área danificada com urgência
		Sinalizar e isolar a área a fim de evitar acidentes
	Erosões de fundo de vale	Sinalizar e isolar a área a fim de evitar acidentes
		Executar reparo da área danificada com urgência
		Comunicar aos órgãos de controle ambiental os problemas com os equipamentos e a possibilidade de ineficiência do tratamento
	Rompimento de pontos para a travessia de veículos	Comunicar aos órgãos de controle ambiental os problemas com os equipamentos e a possibilidade de ineficiência do tratamento
		Comunicar as autoridades de trânsito sobre o rompimento da travessia
		Sinalizar e isolar a área a fim de evitar acidentes
		Executar reparo da área danificada com urgência
	Ocorrência de retorno de esgoto nos imóveis	Obstrução em coletores de esgoto
Executar reparo das instalações danificadas		
Lançamento indevido de águas pluviais na rede coletora de esgoto		Executar reparo das instalações danificadas
		Executar trabalhos de limpeza e desobstrução
		Comunicar à vigilância sanitária
		Ampliar a fiscalização e o monitoramento das redes de esgoto e de captação de águas pluviais, para identificar ligações clandestinas, regularizá-las e implantar sistema de cobrança e multa para punição de reincidentes

15. DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA ELÉTRICO DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTOS

15.1. Objetivo

Este projeto tem por finalidade estabelecer as condições que devem satisfazer as execuções das instalações elétricas, a fim de possibilitar o fornecimento correto e seguro de energia elétrica da ETE pertencentes ao Sistema de Esgotamento Sanitário da cidade de Sento Sé (BA).

O projeto atende aos requisitos mínimos e condições estabelecidas na NR-10 – Instalações e Serviços em Eletricidade, do Ministério do Trabalho, objetivando a implementação de medidas de controle e sistemas preventivos, de forma a garantir a segurança e a saúde dos trabalhadores que, direta ou indiretamente, interajam em instalações elétricas e serviços com eletricidade.

O projeto foi elaborado de acordo com as recomendações da prefeitura, as normas técnicas da concessionária de energia local, da COELBA, da ABNT e a própria NR-10.

15.2. Concepção Geral

O Projeto Elétrico do Sistema de Esgotamento Sanitário do município de Sento Sé compreende as seguintes unidades:

- *Estação de Tratamento de Esgoto (ETE), lagoa Facultativa, lagoa de Maturação, casa de controle e bomba para irrigação.*

Estas unidades estão descritas na sequência.

15.2.1. Características Gerais do Sistema

Tendo em vista as características operacionais do sistema e recomendações da Prefeitura, foram projetados métodos de comando dos motores através de conversor de partida e parada suave para potência superior a 5cv e partida direta para potência igual ou inferior a 5cv.

Nas unidades foram previstos Quadro Geral de Baixa Tensão (QGBT) e Quadro de Comando de Motor (QCM). Os painéis de baixa tensão (QGBT, QCM) deverão ser construídos de acordo com as normas da Prefeitura, especificações técnicas e desenhos deste projeto.

Para iluminação interna foram adotadas luminárias com lâmpadas fluorescentes compactas eletrônicas de 23W e lâmpadas fluorescentes tubulares de 32W. A área externa da unidade será iluminada por luminária com lâmpada vapor de sódio 250W 220V instalada em poste de aço de 7 metros, tendo seu acionamento por relé fotoelétrico. Os circuitos de iluminação e tomadas serão protegidos por disjuntores termomagnéticos instalados no quadro de distribuição de circuitos.

Os sistemas de proteção contra descargas atmosféricas (SPDA's) previstos serão não isolados, compostos de malha de captação no telhado, cabos de descida, caixas de inspeção, malha de aterramento em anel com resistência máxima de 5 ohms formada por cabos de cobre nu de seção 50mm² enterrado a 50cm de profundidade, hastes de aterramento de alta camada e uma caixa de equalização de potenciais (CEP). Seu dimensionamento foi de acordo com a Norma NBR5419.

Os aterramentos dos quadros e partes metálicas serão feitos por cabos de cobre nu ou isolado e interligados à malha de aterramento do SPDA através de soldas exotérmicas e terão seus potenciais equalizados na CEP.

A sala elétrica da unidade será provida de malha de terra de referência para conexão aos equipamentos eletrônicos. A malha deverá ser montada antes da fundição da laje de piso. Foram previstos protetores de surto classe I e II que também devem ser conectados ao aterramento.

15.2.2. Estação de Tratamento de Esgoto

A entrada de energia da ETE será através de um ramal aéreo trifásico 380V – 60Hz que alimenta o padrão de energia trifásico, conforme norma da COELBA em mureta de alvenaria para atender à demanda elétrica da ETE.

A alimentação do padrão de energia chega a uma caixa de proteção geral da ETE que, por sua vez, distribui o alimentador de baixa tensão que sai do padrão de energia e vai para o Quadro Geral de Baixa Tensão (QGBT), previsto na sala elétrica. O QGBT alimenta os Quadros de Comando de Motor (QCM's), Quadro de Distribuição de Circuitos (QDC's).

136

15.2.2.1. Automação do Sistema

O Sistema de automação será utilizado para o acendimento das lâmpadas da parte externa da Estação de Tratamento de Esgotos (ETE), através de um relé fotoelétrico existente dentro da casa de controle, no quadro de comando.

O sistema de acionamento da bomba utilizada para a irrigação, localizada após a Lagoa de Maturação, uma das unidades de tratamento da ETE, é feito manualmente por não existir um sensor de nível nesta Lagoa de Maturação, que acionaria automaticamente a bomba em questão.

O sensor de nível seria acionado assim que a lagoa atingisse o nível máximo de armazenamento do efluente a ser tratado, que, conforme cálculo de vazão, só seria atingido no ano de operação de 2036 com a vazão de 83,80 l/s.

A água a ser utilizada no bombeamento para a irrigação será de reuso, oriunda do tratamento do efluente da Lagoa de Maturação. A vazão do efluente é variável entre início de operação em 2016 e o final de operação em 2036. Observando que a falta de água no sistema de bombeamento para irrigação poderia danificar o funcionamento desta bomba, esta variação na vazão poderia ser prejudicial para o sistema, justificando a adoção do acionamento manual.

15.2.2.2. Bomba de Irrigação

A bomba de potência 1/3cv e tensão 380V, instalada no poço de sucção, será fornecida com todos acessórios de proteção. O comando das bombas será feito pelo QCM a ser instalado no interior da sala elétrica e pelo painel de comando local. Para a bomba em questão foi previsto um QCM com sistema de partida direta.

15.3. Lista de Materiais da Distribuição Externa de Energia

ITEM	DISCRIMINAÇÃO	UND.	QUANT.
1	<p>PADRÃO DE ENERGIA TRIFÁSICO A 4 FIOS</p> <p>Fornecimento e instalação dos seguintes materiais</p> <ul style="list-style-type: none"> - Disjuntor termomagnético em caixa moldada, padrão NEMA, calibração 25°C, fixação por parafusos em placa de montagem nos seguintes tipos: Tripolar In=150A, Icc=10kA em 380Vca - Cabo de cobre unipolar, fios de cobre nu temperatura mole, encordoamento classe 2 isolado em termoplástico de PVC sem chumbo antichama, 1000V 70°C, bitolas: 70mm² 	un	1
		m	28
2	<p>DISTRIBUIÇÃO EXTERNA DE ENERGIA</p> <p>Fornecimento dos seguintes materiais:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Cabo de cobre unipolar, fios de cobre nu temperatura mole, encordoamento classe 2 isolado em termoplástico de PVC sem chumbo antichama, 1000V 70°C, bitolas: 10mm² 16mm² 25mm² 35mm² 70mm² - Cabo de cobre multipolar, fios de cobre nu temperatura mole, encordoamento classe 2 isolado em termoplástico de PVC sem chumbo antichama, 1000V 70°C, bitolas: 4x2,5mm² - Cabo de cobre multipolar, para controle, fios de cobre nú, temperatura mole, classe 5, isolamento em composto de termoplástico PVC flexível sem chumbo antichamas blindagem em fita de alumínio/poliéster, aplicada helicoidalmente, coberto em composto de termoplástico de PVC sem chumbo antichamas, 1000V 70°C, bitolas: 5x1,5mm² - Fio do tipo FE, uso externo, constituído de um par de condutores de cobre isolados em PVC Ø 1,60mm - Relé fotoelétrico 1800VA, 220V, corpo de polipropileno de boa rigidez dielétrica, tampa de polipropileno estabilizado contra radiações ultravioletas, resistente às intempéries, choques térmicos e mecânicos, pára-raios interno, protetor contra surtos de tensão, com parafuso e porca adequados para fixação. 	m	8300
		m	890
		m	3060
		m	3000
		m	1100
		m	650
		m	660
		m	290
		pc	53

- Lâmpada a vapor de sódio de alta pressão, elipsoidal, 250W, 220V, base E40	un	53
- Reator eletromagnético uso externo, alto fator de potência > 0,94, núcleo de aço silício, fio de cobre eletrolítico classe H para 180° C, chapa de aço tratado contra corrosão, ignitor incorporado, para lâmpada vapor metálico de 250W 220V, 60Hz	un	53
- Caixa de distribuição geral de baixa tensão de sobrepor em chapa metálica 14USG com porta provida de fecho embutido, com chave, com espelho interno, com terminal para cabos de entrada, disjuntor geral tripolar 150A em duas colunas verticais, 1 chave seccionadora tripolar acionamento sob carga Imin = 77A 380V 60Hz, com barramento trifásico 3F+N+T, 380/220V, grau de proteção IP40, disjuntor para manobra e proteção de motor trifásico 1/3CV 380V 60Hz mais bloco de contatos auxiliares 1 "NA" e 1 "NF", 4 disjuntor termomagnético, padrão IEC, calibração 30°C, fixação através de mola em trilho DIN tripolar In=40A, lcc=3kA em 380Vca, 1 disjuntor termomagnético, padrão IEC, calibração 30°C, fixação através de mola em trilho DIN tripolar In=60A, lcc=3kA em 380Vca.	un	1
- Caixa de comando de motor de sobrepor em chapa metálica 14USG com porta provida de fecho embutido, com chave, com espelho interno, com terminal para cabos de entrada, 1 chave seccionadora tripolar acionamento sob carga Imin = 10A 380V 60Hz, 1 supervisor trifásico de falta, inversão e assimetria de fases e controle de mínima e máxima tensão 380V 60Hz, 6 conjunto base+fusível tipo diazed 2A 500V completo, 1 lâmpada fluorescente compacta com reator embutido 23W 220V 60Hz e soquete 1 micro switch instalação em painel dupla seção 10A 220V 2NA, 1 resistência de aquecimento 48W 220V, 3 disjuntor termomagnético monopolar In = 4A classe 600Vca, 3 dispositivo de proteção contra surtos classes I. II 12,5/60kA 380V, 3 conjunto base+fusível tipo DZ1,6A 500V completo, 1 relé bimetalico de sobrecarga I ajuste = 0,5-2A 380V 60Hz, 1 contator eletromagnético tripolar regime AC-3 380V Imin = 1A bob 220V 60Hz com 3NA + 3NF, 1 horômetro para 1000 horas 220V 60Hz, multimetro de grandeza elétricas (V, A, KW, KVA, FP) com teclado e membrana de programação 220V 60Hz, 3 transformador de corrente 40/5A, 1 disjuntor termomagnético monopolar In = 2A classe 600Vca.	un	1
- Caixa de distribuição de sobrepor em chapa metálica 14USG com porta provida de fecho embutido, com chave, com espelho interno, com terminal para cabos de entrada, disjuntor geral tripolar 60A em duas colunas verticais, com barramento trifásico 3F+N+T, 380/220V, grau de proteção IP40, 5 disjuntor termomagnético, padrão IEC, calibração 30°C, fixação através de mola em trilho DIN monopolar In=20A, lcc=3kA em 380Vca, 4 disjuntor termomagnético, padrão IEC, calibração 30°C, fixação através de mola em trilho DIN monopolar In=25A, lcc=3kA em 380Vca.	un	1
- Caixa de distribuição de sobrepor em chapa metálica 14USG com porta provida de fecho embutido, com chave, com espelho interno, com terminal para cabos de entrada, disjuntor geral tripolar 40A em duas colunas verticais, com barramento trifásico 3F+N+T, 380/220V, grau de proteção IP40, 3 disjuntor termomagnético, padrão IEC, calibração 30°C, fixação através de mola em trilho DIN monopolar In=20A, lcc=3kA em 380Vca.	un	1
- Caixa de distribuição de embutir em chapa metálica 14USG com porta provida de fecho embutido, com chave, com espelho interno, com terminal para cabos de entrada, disjuntor geral tripolar 40A em duas colunas verticais, com barramento trifásico 3F+N+T, 380/220V, grau de proteção IP65, 2 disjuntor termomagnético, padrão IEC, calibração 30°C, fixação através de mola em trilho DIN monopolar In=20A, lcc=3kA em 380Vca.	un	2
- Caixa de distribuição de embutir em chapa metálica 14USG com porta provida de fecho embutido, com chave, com espelho interno, com terminal para cabos de entrada, disjuntor geral tripolar 40A em duas colunas verticais, com barramento trifásico 3F+N+T, 380/220V, grau de proteção IP65, 4 disjuntor termomagnético, padrão IEC, calibração 30°C, fixação através de mola em trilho DIN monopolar In=20A, lcc=3kA em 380Vca.	un	1
- Quadro em chapa de aço SAE 1008 compintura anti-corrosiva provido de porta e fecho nas dimensões 350x250x140	un	1
- Botão de comando pulsador para instalação semi-embutida, redondo com guarda total alta, furação 30,5 mm, contatos para 10A em 127Vca, fornecidos com plaqueta de identificação, contatos 1 NA + 1 NF, nos seguintes códigos de cores: verde	un	1
laranja	un	1
- Botão de comando pulsador cogumelo com trava giratória, para instalação semi-embutida, redondo com guarda total alta, furação 30,5 mm, contatos para 10A em 127Vca, fornecidos com plaqueta de identificação, contatos 1 NA + 1 NF, nos seguintes códigos de cores: vermelho	un	1

15.4. Lista de Materiais da Casa de Controle

QUANTITATIVO - CASA DE CONTROLE			
Item	Descrição	Unid.	Quant.
	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO (ETE) - SENTO SÉ		
01.	FORNECIMENTO DE MATERIAIS: DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA - CASA DE CONTROLE		
01.01	ELETRODUTO DE PVC ROSCÁVEL DE 3/4" (19 MM), SEM LUVA	M	60,00
01.02	ELETRODUTO DE PVC ROSCÁVEL DE 1" (25 MM), SEM LUVA	M	35,00
01.03	CURVA PVC 90G P/ ELETRODUTO ROSCAVEL 3/4"	UN	12,00
01.04	CURVA PVC 90G P/ ELETRODUTO ROSCAVEL 1"	UN	2,00
01.05	LUVA PVC ROSCAVEL P/ ELETRODUTO 3/4"	UN	20,00
01.06	LUVA PVC ROSCAVEL P/ ELETRODUTO 1"	UN	12,00
01.07	ABRACADEIRA TIPO D 3/4" C/ PARAFUSO"	UN	50,00
01.08	ABRACADEIRA TIPO D 1" C/ PARAFUSO"	UN	15,00
01.09	CABO DE COBRE ISOLAMENTO ANTI-CHAMA 450/750V 2,5MM2, TP PIRASTIC PIRELLI OU EQUIV	M	300,00
01.10	CABO DE COBRE ISOLAMENTO ANTI-CHAMA 450/750V 4MM2, TP PIRASTIC PIRELLI OU EQUIV	M	110,00
01.11	CONDULETE TIPO "E" EM LIGA ALUMINIO P/ ELETRODUTO ROSCADO 3/4"	UN	9,00
01.12	CONDULETE TIPO "T" EM LIGA ALUMINIO P/ ELETRODUTO ROSCADO 3/4"	UN	5,00
01.13	CONDULETE TIPO "C" EM LIGA ALUMINIO P/ ELETRODUTO ROSCADO 3/4"	UN	5,00
01.14	CONDULETE TIPO "TB" EM LIGA ALUMINIO P/ ELETRODUTO ROSCADO 3/4"	UN	2,00
01.15	CONDULETE TIPO "X" EM LIGA ALUMINIO P/ ELETRODUTO ROSCADO 3/4"	UN	1,00
01.16	CONDULETE TIPO "T" EM LIGA ALUMINIO P/ ELETRODUTO ROSCADO 1.1/2"	UN	5,00
01.17	CONDULETE TIPO "C" EM LIGA ALUMINIO P/ ELETRODUTO ROSCADO 1.1/2"	UN	3,00
01.18	CONDULETE TIPO "E" EM LIGA ALUMINIO P/ ELETRODUTO ROSCADO 1.1/2"	UN	3,00
01.19	CONDULETE TIPO "TB" EM LIGA ALUMINIO P/ ELETRODUTO ROSCADO 1.1/2"	UN	2,00
01.20	CONDULETE TIPO "LB" EM LIGA ALUMINIO P/ ELETRODUTO ROSCADO 1.1/2"	UN	4,00
01.21	CONDULETE TIPO "X" EM LIGA ALUMINIO P/ ELETRODUTO ROSCADO 1.1/2"	UN	1,00
01.22	INTERRUPTOR SIMPLES EMBUTIR 10A/250V C/PLACA, TIPO SILENTOQUE PIAL OU EQUIV	UN	7,00
01.23	TOMADA EMBUTIR 2P + T 15A/250V C/PLACA, TIPO SILENTOQUE OU EQUIV	UN	11,00
01.24	TOMADA EMBUTIR 3P + T 30A/440V REF 56404 USO INDUSTRIAL C/ PLACA, PIAL OU EQUIV	UN	5,00
01.25	TOMADA EMBUTIR P/ TELEFONE PADRAO TELEBRAS C/ PLACA, TIPO SILENTOQUE PIAL OU EQUIV	UN	1,00
01.26	LAMPADA FLUORESCENTE 20W	UN	3,00

01.27	LUMINARIA PLAFONIER SOBREPOR ARO/BASE METALICA C/ GLOBO ESFERICO VIDRO LEITOSO BOCA 10CM DIAM 20CM P/ 1 LAMP INCAND, INCL SOQUETE PORCELANA	UN	3,00
01.28	LÂMPADA FLUORESCENTE TUBULAR 32W, 127V, base G13	UN	12,00
01.29	REATOR ELETRÔNICO USO INTERNO, ALTO FATOR DE POTÊNCIA, PARA 2 LÂMPADA FLUORESCENTES TUBULARES 32W, 127V	UN	6,00
01.30	LUMINÁRIA USO INTERNO, DE SOBREPOR, CORPO EM CHAPA DE AÇO TRATADA E PINTURA ELETROSTÁTICA BRANCA, REFLETOR DE ALUMÍNIO ANODIZADO BRILHANTE DE ALTA PUREZA, " GRAU DE PROTEÇÃO IP65 À PROVA DE GASES, VAPORES E PÓS", PARA 2 LÂMPADAS FLUORESCENTES 32W E REATOR DE ALTO FATOR DE POTÊNCIA ALOJADO NA CABECEIRA.	UN	6,00
01.31	LUMINARIA 45º COM CORPO DE ALUMINIO FUNDIDO PINTURA ELETROSTATICA POLIESTER, COM A PROVA DE GASES, VAPORES E POS, PARA 1 LAMPADA FLUORESCENTE COMPACTA ELETRONICA 23W, 127V	UN	3,00
01.32	SENSOR DE PRESENÇA INFRAVERMELHO PASSIVO SEM FIO, AJUSTE DE SENSIBILIDADE ALCANCE DE 11MX90°, ALIMENTAÇÃO FEITA COM UMA BATERIA DE 9Vcc, FREQUÊNCIA DE TRANSMISSÃO 434 MHz, COMPATÍVEL COM OS RECEPTORES RX-P, RX-MC PLUS E RX-MC4.	UN	1,00
01.33	SIRENE PIEZOELÉTRICA DE POTÊNCIA AUDÍVEL DE 120dB (1 METRO), POTÊNCIA ELÉTRICA 2,4W, TENSÃO DE ALIMENTAÇÃO DE 11 À 13,8V.	UN	1,00
	SPDA		
01.34	CABO DE COBRE NU 16MM2 MEIO-DURO	M	9,00
01.35	CABO DE COBRE NU 35MM2 MEIO-DURO	M	60,00
01.36	CABO DE COBRE NU 50MM2 MEIO-DURO	M	72,00
01.37	HASTE DE ATERRAMENTO, DN 5/8 X 3000MM, EM AÇO REVESTIDO COM UMA CAMADA DE COBRE ELETROLÍTICO.	UN	4,00
01.38	CAIXA INSPECAO CONCRETO PRE MOLDADO CIRCULAR COM TAMPA D = 40CM	UN	4,00
01.39	TERMINAL AEREO EM AÇO GALV, C/ BASE DE FIXACAO HORIZONTAL DN 1/2"	UN	6,00
01.40	ELETRODUTO DE PVC ROSCÁVEL DE 1" (25 MM), SEM LUVA	M	6,00
01.41	CURVA PVC 90G P/ ELETRODUTO ROSCAVEL 1"	UN	2,00
01.42	LUVA PVC ROSCAVEL P/ ELETRODUTO 1"	UN	2,00
01.43	ABRACADEIRA TIPO D 1" C/ PARAFUSO"	UN	8,00
01.44	CAIXA DE EQUALIZAÇÃO DE POTENCIAS 200X200X150mm, DE AÇO COM BARRAMENTO ESPESSURA 6mm, 8 TERMINAIS PARA CABOS DE COBRE 16mm2 E 1 TERMINAL PARA CABO DE COBRE NU 50mm2.	UN	1,00
01.45	REFIL COM PÓ PARA REALIZAÇÃO DE UMA SOLDA EXOTÉRMICA	UN	8,00
01.46	CAIXA DE INSPEÇÃO DO ATERRAMENTO, TIPO SUSPENSA EM POLIAMIDA TAMANHO 150X110MM -PARA ELETRODUTO DE 1"	UN	2,00

16. ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS - MANUAL DE MANUTENÇÃO, PRÉ-OPERAÇÃO E OPERAÇÃO DO SISTEMA ELÉTRICO DA ETE.

16.1. Especificação Técnica para Montagem e Execução das Instalações Elétricas

O objetivo destas recomendações é estabelecer os requisitos mínimos de qualidade para a montagem de materiais e equipamentos elétricos a serem utilizados no Sistema de Esgotamento Sanitário do município de Sento Sé em implantação pela Prefeitura e que deverão ser complementadas pelas recomendações das normas da ABNT e da concessionária de energia elétrica local.

16.1.1. Padrão de energia

A instalação dos materiais que compõem o padrão de entrada, bem como as obras civis necessárias, deve ser executada pela prefeitura, de acordo com os requisitos estabelecidos conforme norma da COELBA. As conexões dentro da caixa de medição deverão ser isoladas através da aplicação de fitas auto-fusão e isolante. Opcionalmente, poderá ser utilizada massa para isolamento elétrico.

Os materiais e equipamentos constituintes do padrão de entrada, ferragens, isoladores tipo roldana, condutores e eletrodutos do ramal de entrada, caixas para medição e de inspeção, disjuntor, hastes de aterramento e condutor de aterramento. Na aquisição de caixas para medição e proteção, disjuntor termomagnético e hastes de aterramento, somente são aceitos os modelos aprovados pela concessionária de energia local.

A prefeitura deve permitir, em qualquer tempo, o livre acesso dos funcionários da concessionária de energia local e de seus prestadores de serviços devidamente identificados e credenciados ao seu padrão de entrada e fornecer-lhes os dados e informações pertinentes ao funcionamento dos equipamentos e aparelhos. Ao consumidor só é permitido o acesso à alavanca de acionamento dos disjuntores termomagnéticos, para seu religamento por ocasião de possíveis desarmes.

16.1.2. Eletrodutos

Eletrodutos Rígidos de PVC

Deverão ser do tipo pesado, tendo a superfície interna completamente lisa, sem rebarbas e livre de substâncias abrasivas.

Não deverão ser sujeitos a deformações no decorrer do tempo devido à ação do calor ou da umidade, suportando sem alteração as temperaturas máximas previstas para os cabos em serviço.

As emendas nos eletrodutos deverão ser feitas com luvas rosqueáveis. Obrigatoriamente deverão ser usadas buchas e arruelas apropriadas nas emendas com as caixas estampadas. Não será permitido o uso de cola.

Todas as curvas deverão ser pré-fabricadas e observados os raios mínimos de curvatura.

Quando necessário, os eletrodutos poderão ser cortados com serra, sendo as roscas feitas com cossinetes. Após as execuções das roscas, as extremidades deverão ser escariadas para eliminação de rebarbas. Não será permitido o uso de material fibroso (cânhamo, estopo, etc.) para obter estanqueidade nas juntas.

Os eletrodutos deverão ser instalados de modo a não formar cotovelos onde possa acumular água, devendo apresentar uma ligeira e contínua declividade (0,5%) em direção às caixas, nos trechos horizontais.

Os eletrodutos embutidos, quando saírem das paredes ou lajes, deverão ser rosqueados no mínimo a 15 cm da superfície, de modo a permitir eventual futuro corte ou rosqueamento.

Os eletrodutos aparentes deverão ser suportados por braçadeiras espaçadas de, no mínimo, 2 m. Em todos os pontos de derivação deverão ser empregados condutes de alumínio fundido.

Não será permitida a passagem de arame guia nos eletrodutos, na fase de seu assentamento.

Durante a concretagem e enquanto houver construção, deverão ser vedadas as extremidades livres da tubulação, por meio de vedadores adequados, para evitar a penetração de corpos estranhos, água ou umidade.

Eletrodutos Flexíveis

142

Deverão ser metálicos e só poderão ser utilizados onde indicado no projeto para a conexão de equipamentos sujeitos à vibração.

Eletrodutos Subterrâneos

Os eletrodutos subterrâneos deverão ser assentados com envoltória de concreto.

Quando não indicado no projeto, deverá ser feita uma declividade entre caixas de passagem de, no mínimo, 0,5%.

Deverá ser colocada, no fundo da valeta, uma camada de concreto simples com 5 cm de espessura, uniformemente distribuída.

O raio de curvatura mínimo de uma rede de eletrodutos subterrâneos deverá ser o raio mínimo permitido para o cabo de maior bitola a ser instalado na rede, obedecendo-se o raio mínimo de curvatura dos eletrodutos.

Os eletrodutos de reserva deverão, após sua limpeza, ser vedados nas entradas e saídas das caixas com tampões adequados.

O concreto a ser empregado no envelopamento deverá ter um $f_{ck} > 150 \text{ kg/cm}^2$.

As dimensões dos envelopes deverão ser determinadas de acordo com as seguintes recomendações:

- a distância mínima entre faces externas dos eletrodutos deverá ser de 5 cm;

- a distância mínima da face externa de um eletroduto à face do envelope será de 7,5 cm nas laterais e 10 cm na parte inferior e superior.

Deverão ser construídas caixas de alvenaria nos locais e do modo indicado no projeto.

Em terrenos secos, o fundo da caixa deverá ser executado com lastro de 10 a 15 cm de brita nº 2, socada. No caso de ser atingido o lençol freático, as caixas deverão ser herméticas, com fundo e paredes revestidas e impermeabilizadas.

16.1.3. Condutores elétricos

Antes da passagem dos condutores, toda tubulação deverá ser limpa por meio de buchas de estopa e deverá estar completamente seca. Os cabos deverão ser desenrolados e cortados nos lances necessários, determinando-se seus comprimentos por uma medida real do trajeto e não por escala no desenho. O transporte dos lances e sua colocação deverão ser feitos sem arrastar os cabos, para não danificar sua capa protetora, devendo ser observados os raios mínimos de curvatura permitidos.

Todos os cabos deverão ser identificados em cada extremidade, sendo que os marcadores dos condutores deverão ser construídos de material resistente, de tipo braçadeira, com dimensões adequadas ao diâmetro do condutor.

Os cabos deverão ter suas pontas vedadas para protegê-los contra umidade, durante a armazenagem e instalação. Em todos os pontos de ligação, deverão ser deixados os cabos com comprimento suficiente para permitir as emendas que forem necessárias.

Os condutores com isolamento termoplástica para 1.000 V não devem ser curvados com raio inferior a 8 vezes seu diâmetro externo. Os condutores deverão ser instalados quando a rede de eletrodutos estiver completa e todos os serviços de construção que os possam danificar estejam concluídos.

Não será permitida a emenda de condutores no interior dos eletrodutos, sob nenhuma hipótese. Para cada circuito elétrico deverá ser lançado o cabo de aterramento, isolado, com bitola compatível com as correntes de curto circuito previstas.

O puxamento dos cabos poderá ser manual ou mecânico, obedecendo às recomendações do fabricante. No puxamento manual, feito em trechos curtos, a tração manual média deverá ser de 15 a 20 kg/pessoa; no puxamento mecânico, usado em trechos longos, a tensão máxima permissível será de 4kg/mm².

Nas emendas dos condutores não poderá ser utilizada solda. Deverão ser feitas com conectores de pressão. No caso de fios sólidos, até 4 mm², poderá ser utilizado o processo de torção de condutores.

Os conectores de pressão utilizados devem preencher os seguintes requisitos:

- ampla superfície de contato entre condutor e conector;
- capacidade de manter a pressão de contato permanente;
- alta resistência mecânica;
- metais compatíveis de modo a não provocar reação de par galvânico.

As emendas em condutores isolados deverão ser recobertas por isolamento equivalente àquele do próprio condutor. Deverão ser limpas com solvente adequado e somente após sua secagem é que deverá ser aplicado o isolamento. Para condutores com isolação termoplástica, deverão ser aplicadas camadas de fita adesiva termoplástica, com o dobro da espessura do isolamento original.

A terminação dos condutores de baixa tensão deverá ser feita com terminais de pressão, com exceção dos de 6 mm² e menores, cujas pontas poderão ser conectadas diretamente ao equipamento.

O terminal deverá ser colocado de modo a não deixar nu nenhum trecho do condutor. Se esse resultado não for alcançado, a falha deverá ser completada com fita isolante.

16.1.4. Tomadas de energia elétrica

Todas as tomadas comuns deverão ser de 3 pólos (2P+T) ou universal, sendo 1 pólo para fase, 1 para neutro e 1 outro para terra para tomada monofásica, sendo 2 pólos para fases e 1 para terra para tomada bifásica e serem fabricadas com material não propagante à chama e para corrente de 10A em 250V.

Altura das tomadas:

Tomada baixa:	0,30m do eixo central ao piso acabado.
Tomada média:	1,20m do eixo central ao piso acabado.
Tomada alta:	2,10m do eixo central ao piso acabado.

144

16.1.5. Interruptores

Os interruptores deverão possuir teclas fosforescentes, ser fabricados com material não propagante a chama, possuir bornes enclausurados e contatos prateados de alta durabilidade para correntes de 10A em 250 V e ser fornecidos com placa de poliestireno na cor cinza claro, com parafusos de fixação niquelados. A altura dos interruptores será 1,20m do eixo central ao piso acabado.

16.1.6. Luminárias

Todas as luminárias deverão ser novas e deverão ter suas carcaças aterradas.

As luminárias, paflon's, spot's e arandelas a serem utilizadas serão de sobrepor, conforme especificadas na simbologia.

No caso de luminárias a serem montadas na obra, deve-se verificar antes da instalação e fixação, se todas as ligações foram feitas corretamente.

A colocação de luminárias deverá ser de acordo com recomendações contidas no manual do fabricante, sem causar danos mecânicos à luminária e seus acessórios e sem esforços excessivos, a fim de que sua remoção em qualquer tempo possa ser feita sem dificuldade. Deve-se verificar o alinhamento de cada luminária com as demais, na medida em que forem fixadas.

16.1.7. Postes

Os postes deverão ser circulares de aço galvanizado a fogo 76 mm de diâmetro, 7 metros de altura e espessura 2 mm, possuir um tampão de alumínio sem rosca 76 mm, braço reto de aço galvanizado eletrolítico 25 mm de diâmetro, 1,0 metro, com abraçadeira de aço galvanizado a fogo 76mm de diâmetro com parafuso, equipado com luminária uso externo com corpo de alumínio estampado todo anodizado, tampa difusora policarbonato transparente resistente a choques mecânicos e estabilizada contra radiação UV, conjunto vedação, pescoço em alumínio fundido com encaixe para braço de 25 mm de diâmetro, porta-lâmpada de porcelana com contatos em bronze fosforoso, rosca E-27. Lâmpada vapor de sódio 250W tensão 220V, 60Hz e com alojamento para reator incorporado.

16.1.8. Reator

O reator deverá ser de alto fator de potência, núcleo de aço silício com baixa perda magnética, fio de cobre eletrolítico classe H para 180°C, impregnado com resina de poliéster, chapa de aço zincando a fogo tratado contra corrosão, acabamento em pintura de alta resistência térmica, para uma lâmpada vapor de sódio de 250W, 220V, 60Hz com parafuso e porca adequados para fixação.

16.1.9. Relé fotoelétrico

O relé fotoelétrico 1800VA, tensão 220V, corpo de polipropileno de boa rigidez dielétrica, tampa de polipropileno estabilizado contra radiações ultravioletas, resistente às intempéries, choques térmicos e mecânicos, pára-raios interno, protetor contra surtos de tensão, com parafuso e porca adequadas para fixação.

16.1.10. Proteção De Estruturas Contra Descargas Atmosféricas (SPDA)

Para todas as hastes de aterramento interligadas aos condutores da malha, deverão ser instaladas caixas de inspeção tipo solo, com tampa reforçada, conforme detalhe em projeto e com o conector de inspeção. Todas as conexões no anel de equalização de tensão de passo deverão ser feitas com solda exotérmica.

Todas as conexões nas hastes de aterramento deverão ser feitas com conectores e com conector para medição interligando a malha captora na mesma, nos respectivos pontos com condutores de descida.

Deverá ser instalada caixa de equalização de potencial de terra junto ao quadro de distribuição da unidade, onde deverão ser conectadas todas as partes metálicas do local passíveis de contato humano, incluindo prumada de incêndio, recalque, tubos metálicos de gás, água, ferragens da estrutura do prédio e demais estruturas metálicas existentes.

Deverá ser feita, no mínimo, uma manutenção preventiva/ano no sistema de proteção contra descargas atmosféricas aqui proposto. Também após a incidência de uma descarga sobre a edificação ou em suas proximidades, deverá ser feita uma verificação para eventual correção ou prevenção neste sistema de proteção.

As hastes de aterramento deverão ter um espaçamento, no mínimo, igual ao comprimento da mesma (2,4m). O sistema de proteção contra descargas atmosféricas prevê a proteção de pessoas que permaneçam em seu interior, sem contato com partes metálicas, ou em suas proximidades, (mesmo considerando-se a equalização das mesmas), bem como protege a edificação quanto à sua construção.

Porém, não é função deste sistema externo a proteção de quaisquer equipamentos ligados às tomadas elétricas ou de telecomunicações, ou quaisquer sistemas que se utilizem de sinais para seu funcionamento. Para tal proteção deverá ser utilizada a instalação de supressores de surtos nos quadros de distribuição, bem como supressores individuais específicos conectados diretamente às tomadas de ligação dos equipamentos que deverão ser protegidos.

Para cada descida deverá ser instalada uma haste de aterramento tipo cantoneira F.G. 2,5x2,5mm e 2400mm de comprimento (alta camada) e interligadas ao anel de aterramento.

Nos locais de fácil acesso de pessoas, as descidas deverão ser protegidas com eletroduto de pvc rígido 1" e 2 metros de comprimento, fixados por abraçadeiras, de forma a proteger os cabos contra danos mecânicos.

Caso venham a serem instaladas estruturas metálicas no topo do prédio, tais como antena de rádio, deverá ser instalado um captor tipo Franklin para protegê-la contra descargas diretas;

O sistema de proteção consiste na colocação de cabos horizontais na captação, conforme planta e detalhes (gaiola de Faraday), com cabo de cobre nu 35mm² e terminais aéreos nas quinas, em locais fora do alcance de usuários (telhado da cobertura, laje da caixa d'água e etc.).

A instalação deverá ser executada por empresa especializada, registrada no CREA-MG, a qual deverá emitir relatório técnico da instalação e anotação de responsabilidade técnica (ART).

Interferências deverão ser resolvidas na obra pelo instalador.

A resistência de aterramento da malha de aterramento deverá ser inferior a 10 ohms.

A malha de aterramento aqui projetada deverá ser interligada à malha de aterramento da elevatória.

A fixação dos cabos nas telhas deverá ser adequada em função da telha utilizada na edificação.

16.1.11. Solda exotérmica

A empreiteira deverá possuir o ferramental necessário para a realização de qualquer tipo de solda exotérmica requisitada pelas configurações das conexões constantes no projeto.

A realização das soldas deverá seguir as recomendações das normas NBR5410 e NBR5419.

16.1.12. Pré-operação

Esta fase se inicia após o término de todos os trabalhos de construção e montagem, inclusive pintura, e compreenderá as operações de limpeza, testes preliminares dos equipamentos, ajustes e verificação dos sistemas de proteção, calibração das seguranças e ajustes dos controles.

Essencialmente, a pré-operação destina-se à verificação e correção das montagens dos equipamentos, preparando-se para a operação do sistema. A condição final desta fase será a unidade completamente acabada, limpa e em perfeitas condições para submeter-se à operação do sistema.

Na pré-operação, os operadores da contratante somente acompanharão os trabalhos que serão desenvolvidos pela empreiteira e pelos técnicos dos fabricantes dos equipamentos.

16.1.13. Operação do sistema

Instalações de Iluminação/Tomadas:

- Verificar se as ligações, nas caixas de derivação e nos pontos de iluminação, foram executadas conforme as Normas e recomendações das especificações;
- Verificação da continuidade dos circuitos;
- Verificação do isolamento das instalações por meio de “megger”;
- Verificação da existência de eventuais pontos quentes nas caixas de conexões (derivação) quando a instalação entra em serviço.

147

Instalações de Força:

O objetivo desses testes é verificar a integridade física dos cabos e a correta execução dos terminais. Os testes serão executados após a fiação totalmente terminada.

Os cabos deverão ser desligados dos equipamentos correspondentes e seus terminais isolados.

Deverá ser feita a verificação da resistência de isolamento por meio de medida feita entre fases e entre fases e terra (incluindo eletrodutos metálicos e carcaças). Este teste se destina a determinar a presença de pontos de fuga à terra ou de curtos-circuitos.

A mínima resistência permissível da resistência de isolamento é de 1 megohm, medida com “megger” de 500 V. Para cabos de alta tensão, o valor mínimo permissível será de 1.000 Ohm por Volt, com “megger” de 5.000 V.

Deverá ser feita uma das seguintes provas:

DELBONI ENGENHARIA: Rua Guajaras, 910 – SI.1002 – Belo Horizonte/MG – Fone (31) 30724115

- Teste de tensão aplicada contínua:
 - A tensão de prova será de 3 a 5 vezes a tensão nominal de isolamento entre um condutor isolado e terra (valor eficaz), na frequência industrial. Antes de se aplicar a tensão, o cabo deverá ser testado com megômetro. A tensão deve ser aplicada por 15 minutos, ligando o pólo positivo do aparelho à terra e o negativo ao condutor a ser testado. Após a prova, o condutor deverá ser descarregado através de um seccionador para aterrar.
- Teste de tensão aplicada alternada:
 - A tensão de prova deverá ser 2 vezes a tensão nominal. Esta tensão deverá ser aplicada durante 5 minutos entre cada condutor e terra.

Os testes acima descritos deverão ser feitos na presença da fiscalização, com todas as precauções de segurança:

- Aviso ao pessoal;
- Cerca nas áreas de teste;
- Afastamento de pessoal alheio aos testes.

16.1.14. Escopo da montagem elétrica

A montagem elétrica deverá ser executada de acordo com os desenhos do projeto, NR-10 e instruções dos fabricantes dos equipamentos.

A construção civil e a montagem elétrica deverão ser executadas de forma coordenada.

Escopo dos serviços:

- Execução da rede de eletrodutos;
- Instalação das luminárias, tomadas e interruptores;
- Instalação dos painéis elétricos;
- Execução da cablagem de força, comando, iluminação e instrumentação;
- Execução das interligações;
- Testes de continuidade;
- Testes de isolação;
- Medição de resistência de aterramento;
- Energização;
- Pré-operação.

16.2. Especificação Técnica para Painéis de Baixa Tensão

16.2.1. PARTE 1 – Informações técnicas gerais

16.2.1.1. Objetivo

Esta especificação se refere ao projeto, fabricação, testes de fábrica, fornecimento, entrega e comissionamento de Painéis de Baixa Tensão (PBT) tais como: Quadro Geral de Baixa Tensão (QGBT) e Quadro de Comando de Motores (QCM), com partida direta, através de conversor de partida e parada suave, que serão instalados no Sistema de Esgotamento Sanitário de Sento Sé, a ser implantado pela Prefeitura.

16.2.1.2. Normas técnicas adotadas

Salvo indicação específica em contrário nesta especificação, cada equipamento deve ser projetado e fabricado de acordo com a última revisão antes da data de licitação, de normas emitidas por uma ou mais das seguintes organizações:

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

ISO – International Organization for Standardization

IEC – International Electromechanical Commission

IEEE – Institute of Electrical and Electronic Engineers

ANSI – American National Standards Institute

ASTM - American Society for Testing and Materials

VDE – Verein Deutsches Elektrotechniker

DIN – Deutsch Industrie Normen

NEMA – National Electrical Manufacturers Association

Caso a Contratada optar pelo uso de normas de organizações não relacionadas acima, este fato deverá ser claramente indicado na proposta e, baseando-se em exemplares de tais normas em português ou inglês, deverá ser comprovado que os padrões ali indicados têm níveis iguais ou melhores do que os padrões das organizações acima relacionadas.

16.2.1.3. Instalação e condições ambientais de operação

O local da obra situa-se no Estado da Bahia, no município de Sento Sé.

Os equipamentos deverão ser apropriados para instalação abrigada e/ou ao tempo, em atmosfera poluída, e deverão operar sob as seguintes condições ambientais:

Altitude em relação ao nível de mar:1000 m

Temperatura máxima:45°C

DELBONI ENGENHARIA: Rua Guajaras, 910 – Sl.1002 – Belo Horizonte/MG – Fone (31) 30724115

Temperatura mínima:05°C
Temperatura média máxima em 24 horas:30°C
Umidade relativa do ar (média mensal):95 %
Clima:Tropical úmido

16.2.1.4. Acondicionamento e marcação

O PBT deverá ser adequadamente acondicionado para transporte rodoviário, e armazenamento não abrigado (ao tempo).

A embalagem deverá ser suficientemente robusta para suportar as manobras usuais de transporte e manuseio, sem danificação do conteúdo.

O volume deverá conter em local bem visível e em caracteres de fácil leitura as seguintes indicações:

Cliente: Prefeitura

Município: Sento Sé - BA

Sistema de Esgotamento Sanitário

Identificação do conteúdo

Número da Ordem de Compra

Número da fatura de transporte do conteúdo

Nome do Fabricante

Indicação da posição e lado(s) da abertura do volume

Peso bruto do volume

Peso líquido do conteúdo

Quaisquer outras informações exigidas pela Ordem de Compra

Quaisquer outras informações que a Contratada julgar necessárias

O custo da embalagem será por conta da Contratada, bem como seguro contra danos e avarias no transporte.

A Contratada deverá indicar em sua proposta o preço itemizado para embalagem e seguro.

As peças de reserva serão adequadamente identificadas e serão embaladas separadamente em volumes exclusivos marcados com os dizeres:

"Peças de reserva equipamento"

16.2.1.5. Transporte, carga e descarga

Todos os encargos, arranjos e providências ao transporte dos equipamentos desde a fábrica até o local de entrega designado pela prefeitura, serão devidos pela Contratada.

As operações de carga, descarga, transporte e armazenamento de todos os equipamentos e seus acessórios serão realizados sob supervisão direta da Contratada e realizados com métodos e equipamentos que assegurem condições de segurança dos trabalhos e integridade dos equipamentos e materiais.

Os equipamentos devem suportar as condições normais de transporte, inclusive o transporte rodoviário por estradas não pavimentadas.

16.2.1.6. INSPEÇÃO E TESTES DURANTE A FABRICAÇÃO

GERAL

A prefeitura indicará, em tempo útil, uma fiscalização para inspecionar e examinar no local da fábrica os materiais e a qualidade dos serviços de todos os equipamentos a serem fornecidos sob esta especificação em todas as fases de fabricação e testes.

Tais inspeções, apreciação ou testes não liberarão a Contratada de suas responsabilidades quanto à exatidão do projeto ou de qualquer outra responsabilidade imposta pela lei ou obrigação prevista pelo contrato para o fornecimento dos equipamentos e serviço.

151

NOTIFICAÇÃO DOS TESTES

A Contratada deverá confirmar, por fax-símile, à fiscalização da prefeitura, com antecedência mínima de 10 (dez) dias, a data e o local onde os equipamentos estarão prontos para serem testados, bem como a duração prevista para a execução dos testes devendo as datas definitivas serem marcadas de comum acordo com a fiscalização do prefeitura.

No prazo inferior de 10 dias corridos da realização dos testes, a Contratada encaminhará a fiscalização 5 vias dos certificados dos testes realizados com os resultados obtidos.

Em caso de alteração da data e local marcados para realização dos testes, a Contratada comunicará à fiscalização da prefeitura com antecedência mínima de 72 horas a alteração da programação dos testes. Caso contrário, ficará a Contratada obrigada a regularizar as despesas efetuadas pela fiscalização para o acompanhamento dos testes.

OUTROS ENCARGOS DE RESPONSABILIDADE DA CONTRATADA

A Contratada propiciará, para fim de inspeção e testes, à fiscalização da prefeitura livre acesso a todos os setores da(s) fábrica(s) que se relaciona(m) com o fornecimento dos equipamentos.

Propiciará também, todas as facilidades e informações para que a fiscalização possa cumprir suas tarefas a contento.

É também encargo/responsabilidade da contratada o custo do arranjo e providências relativas à assistência, trabalho, materiais, eletricidade, combustível, armazenamento, aparelhos, máquinas e instrumentos, laboratórios, mão-de-obra especializada, etc., necessários para execução dos testes/inspeções.

A contratada providenciará às suas custas, amostras de materiais selecionadas a critérios estipulados pela fiscalização, para a realização de testes/inspeções. Estas amostras serão inspecionadas antes das mesmas serem incorporadas/instaladas nos equipamentos.

Nos casos dos testes não se completarem dentro do prazo previsto por causas imputáveis à contratada, será marcada nova data para realização dos mesmos em comum acordo com a fiscalização.

Neste caso, também as despesas de viagem, condução, alimentação, alojamento, etc. da fiscalização ficarão a cargo da contratada.

REPETIÇÃO DOS TESTES

Caso haja defeito de fabricação, mão-de-obra inadequada ou outra causa que demonstre imperícia ou ineficácia da contratada na fabricação/condução dos testes, os equipamentos não passarem nos ensaios a que serão submetidos, os custos para repetição de novos testes, bem como as despesas de viagem, condução, alimentação, alojamento, etc. da contratada ficarão a cargo da contratada.

152

TESTES A SEREM REALIZADOS

O PBT objeto desta especificação deverá ser submetido aos seguintes grupos de ensaios:

Os ensaios nos PBT's deverão ser realizados de acordo com a Norma 5410.

Deverá ser testado o funcionamento de cada componente, bem como o funcionamento geral, de acordo com o projeto.

Todos os ensaios de rotina são estabelecidos por normas para cada tipo de equipamento especificado. Estes ensaios serão realizados pela contratada em sua fábrica e em todas as unidades a serem atendidas.

Os Ensaio de Tipo/Ensaio especiais solicitados serão realizados na unidade fabril da contratada ou em laboratórios especializados a cargo da contratada. Serão especificados em tempo oportuno pela fiscalização da prefeitura, o número de unidades de encomenda sobre as quais devam ser executados os ensaios deste grupo.

As avaliações dos resultados dos testes serão feitas em conformidade com o prescrito pelas normas e, na ausência destas, segundo critérios e parâmetros estipulados pela fiscalização da prefeitura.

O custo total dos ensaios de rotina estabelecidos por norma a serem realizados na fábrica estará obrigatoriamente incluído no preço do(s) equipamento(s). No entanto, a

contratada indicará na planilha de preços os custos unitários para a realização de cada ensaio de Tipo/Ensaio Especial especificado.

À critério da prefeitura, os certificados de ensaios de tipo/especiais de equipamentos de características semelhantes aos especificados poderão ser aceitos para substituir os referidos ensaios. Em tais casos, a contratada anexará à sua proposta os relatórios de testes com todos os dados para permitir uma criteriosa avaliação por parte da prefeitura.

16.2.1.7. Documentação técnica

APRESENTAÇÃO DOS DESENHOS E DOCUMENTOS

Os desenhos deverão ser executados com símbolos da ABNT.

Os desenhos de arranjo e dimensões dos equipamentos, desenhos estruturais e base de fixação, diagramas esquemáticos, unifilares e trifilares, lista de equipamentos, lista de sobressalentes e lista de plaquetas poderão ser apresentados nos formatos A1 (841 x 594) mm ou A3 (420 x 297) mm.

Os desenhos e documentos em formatos A3 ou A4 deverão necessariamente possuir capa de apresentação.

A documentação deverá ser apresentada na seguinte sequência:

1ª parte:

- 1 - Capa;
- 2 - Índice;
- 3 - Índice de revisões;
- 4 - Simbologia e legenda;
- 5 - Diagrama unifilar;
- 6 - Por PBT
Trifilar;
Funcional;
Borneira;
Iluminação, aquecimento e tomadas;
Transdutores (se houver);
Esquema interno do disjuntor e/ou contator.
- 7 - Programa de chaves;
- 8 - Lista de material;
- 9 - Lista de plaquetas;

2ª parte:

- 1 - Desenhos dimensionais do PBT;
- 2 - Desenhos construtivos do PBT;

16.2.1.8. Descrição e conteúdo dos desenhos e documentos

DIAGRAMA UNIFILAR

Deverá mostrar o fluxo de potência desde os pontos de recebimento de energia até os pontos de utilização da mesma e conter no mínimo as seguintes informações:

- 1 - Material, bitola, classe de tensão e corrente nominal dos barramentos;
- 2 - Tipo, classe de tensão, corrente nominal, capacidade de interrupção, dispositivos de operação e tensão de controle dos disjuntores;
- 3 - Tipo, classe de tensão e corrente nominal de chaves seccionadoras ou disjuntores;
- 4 - Tipo, classe de tensão, corrente nominal, capacidade de interrupção e tensão de controle dos contadores;
- 5 - Tipo, classe de tensão, corrente nominal e capacidade de interrupção de fusíveis;
- 6 - Tipo, classe de tensão, quantidade, relação de transformação e classe de precisão de transformadores de corrente e de potencial;
- 7 - Tipo, escala, quantidade e classe de precisão dos instrumentos de medição;
- 8 - Tipo, quantidade, código numérico de função, faixa de ajuste, corrente mínima de atuação e tempo de operação dos relés de proteção;
- 9 - Indicação de intertravamento e alarmes;
- 10 - Indicação de demanda de cada alimentador;
- 11 - Indicação da quantidade e seção nominal de cabos ou barras de entrada e saída;

154

DIAGRAMA ELEMENTAR

a) - Objetivo e Conteúdo

Terá por objetivo transmitir de maneira simples e mais completa possível a operação do PBT.

Cada diagrama elementar deverá ser subdividido em circuitos de potência, circuitos de controle e circuitos de sinalização.

Os circuitos de sinalização desde que simples, poderão ser agrupados em uma única folha.

b) - Forma e Apresentação

As folhas do conjunto deverão ser numeradas de forma sequencial e conter todas as indicações necessárias ao entendimento da operação e funcionamento do equipamento.

Havendo algum dispositivo complexo cujo diagrama esquemático não seja útil para compreensão do diagrama elementar, tal diagrama esquemático deverá ser substituído por um retângulo contendo o nome do dispositivo, nesse caso deverá ser emitido um diagrama elementar específico para o dispositivo em questão.

Todos os componentes de uma mesma função deverão ser preferencialmente representados em uma mesma folha.

Relacionar sempre outros desenhos e documentos que possam auxiliar na compreensão do diagrama.

Cada folha deverá ser dividida em colunas para facilitar a localização dos componentes, a numeração das colunas se fará da esquerda para a direita em formato A3.

c) - Circuito de Potência

Deverá ser representado por um diagrama trifilar, contendo todos os componentes dos circuitos de força, circuitos de proteção e medição e indicação das características principais destes componentes.

Os contatos dos relés deverão ser mencionados perto de sua bobina, indicando-se a folha e a coluna onde serão utilizados.

Os barramentos principais deverão ser representados na posição horizontal e os barramentos secundários, cabos e outros componentes representados na posição vertical.

Os bornes terminais deverão ser mostrados já devidamente identificados, essa identificação será obrigatoriamente a mesma a ser utilizada nos diagramas de interligação.

d) - Circuitos de Controle e Sinalização

Os circuitos de controle e sinalização deverão ser representados na posição vertical, colocados entre duas linhas horizontais que representem o barramento de controle.

A denominação dos componentes deverá ficar ao lado esquerdo do símbolo e a denominação dos bornes ao lado direito do símbolo.

Os barramentos de controle deverão ser interligados e claramente diferenciados dos demais por sua própria designação.

Na parte superior da folha deverá ser deixado um espaço para indicações relativas a diferentes funções e sub-funções apresentadas na folha.

e) - Contatos Auxiliares de Relés e Contatores

Na parte inferior da folha, e na mesma coluna de cada bobina de relé ou de contator, deverá ser colocada uma tabela com informações sobre todos os contatos de dispositivo em questão.

A tabela deverá ser identificada pelas letras “NA” (contato normalmente aberto) e “NF” (contato normalmente fechado), a marcação dos contatos terá como propósito definir o endereço de onde serão usados, feito através de dois números: o número da folha e o número da coluna onde se encontra o contato.

Um traço horizontal significará contato não utilizado, para os contatores deverá ser acrescentada uma terceira coluna à esquerda da tabela de contatos, identificado pela letra “P” (contato principal).

Os contatos deverão ser caracterizados pela própria designação do relé ou contator a que pertencem, abaixo da designação do contato e separados por um traço, aparecerão dois números representando, respectivamente, o número da folha e o número da coluna onde será encontrado o componente ao qual pertence o contato.

Nos casos em que a bobina do relé ou contator e os respectivos contatos encontrarem-se na mesma folha, poderá ser dispensada a indicação da folha.

MEMÓRIAS DE CALCULO

Para todos os campos onde for necessária a execução de cálculos, (por exemplo, o dimensionamento dos esforços para os valores de curto-circuito), deverão ser fornecidas as respectivas memórias as quais deverão conter:

- 1 - Dado do projeto básico utilizado para cálculo inicial;
- 2 - Métodos de cálculo;
- 3 - Referências bibliográficas.

DESENHOS DIMENSIONAIS

Os desenhos dimensionais apresentarão os arranjos físicos e exigências de montagem do equipamento.

Deverão indicar as dimensões principais do equipamento e detalhes de fixação, bem como a disposição física dos barramentos, disjuntores, seccionadoras, fusíveis, relés, régua de bornes, etc.

Os equipamentos instalados no PBT deverão ser identificados de acordo com os esquemáticos e nas listas de equipamentos.

LISTA DE COMPONENTES

Deverá ser emitida uma lista detalhada de componentes e dispositivos usados.

A lista de equipamentos deve conter dados suficientes para a respectiva identificação nos catálogos enviados, precisando as características principais e os acessórios.

Nas primeiras páginas deverão ser citadas todas as características dos componentes utilizados.

Nas páginas seguintes deverá ser apresentada uma listagem dos componentes na ordem em que aparecerem no diagrama elementar contendo as seguintes informações:

- 1 - Designação do componente no diagrama elementar;
- 2 - Função do componente.
- 3 - Localização do componente.

LISTA DE SOBRESSALENTES RECOMENDADOS

A lista de sobressalentes deverá incluir:

Peças, componentes, dispositivos e acessórios que não serão usados durante a montagem inicial, mas que deverão ser estocados para reposição futura devido à quebra ou desgaste natural.

A quantidade constante na lista deverá ser suficiente para substituição por um período mínimo de doze meses.

O fabricante deverá prever uma tela articulável e removível entre as partes energizadas e as portas traseiras, a fim de que se evite o contato acidental com cabos de força ou barramentos.

LISTA DE PLAQUETAS

A lista de plaquetas deverá conter as seguintes informações:

- 1 - Inscrição, quantidade, tipo e material de cada plaqueta;
- 2 - Cor de plaqueta e dos caracteres;
- 3 - Dimensões da plaqueta e dos caracteres;
- 4 - Desenho na escala 1.1 de cada tipo de plaqueta.

157

APROVAÇÃO DE DESENHOS

Os desenhos retornarão ao fabricante no prazo de 30 dias após recebimento com um dos seguintes registros:

- APROVADO –

O fabricante pode iniciar a construção.

- APROVADO COM COMENTÁRIOS –

O fabricante pode iniciar a fabricação desde que atenda aos comentários. O desenho com as devidas alterações deverá ser submetido à aprovação.

- NÃO APROVADO –

O fabricante não pode iniciar a fabricação. Com as devidas alterações o desenho deverá ser submetido à aprovação.

Todos os desenhos aprovados deverão fazer parte do manual de instruções.

Caso o fabricante autorize a fabricação antes da data de aprovação da prefeitura, todos os riscos serão de sua responsabilidade devendo providenciar sem acréscimo de custos e prazo eventuais modificações solicitadas.

No mínimo 20 dias antes do início dos testes, o fabricante deverá comunicar e enviar a prefeitura dois conjuntos de cópias opacas dos documentos finais relativos ao seu fornecimento.

Após ensaio e liberação dos equipamentos deverá ser fornecido um conjunto de desenhos em cópia vegetal de boa qualidade e duas cópias do manual de instruções.

É desejável que o manual de instruções seja fornecido em disquete, devendo o proponente informar em sua proposta, qual o editor de texto que será utilizado.

A prefeitura reserva-se o direito de solicitar além da documentação já mencionada, todas as outras informações que julgar necessárias à aprovação, instalação, operação e manutenção dos equipamentos.

A aprovação pela prefeitura dos documentos finais de projetos não exime o fabricante de responsabilidade sobre o bom desempenho e operação dos equipamentos objeto de seu fornecimento.

16.2.1.9. Manual de Manutenção

O manual deverá conter todos os desenhos aprovados a ser dividido em cinco seções conforme descrito abaixo.

SEÇÃO 1 – MANUSEIO

158

Esta seção deve conter informações completas e detalhadas quando ao sistema de marcação adotado durante a fabricação, indicação dos pontos de levantamento e apoio, restrições quanto a posição de movimentação, instruções sobre armazenagem, etc.

SEÇÃO 2 – MONTAGEM

Esta seção deve conter instruções de todos os procedimentos e precauções a serem observados durante a montagem do PBT, com informações detalhadas para orientação tanto do superior de montagem como para a firma montadora conforme descrito abaixo:

- 1 - Preparação;
- 2 - Instalação;
- 3 - Fixação;
- 4 - Conexões de baixa tensão;
- 5 - Conexões dos cabos de força;
- 6 - Conexões dos circuitos de aterramento;
- 7 - Acessórios de proteção pessoal.

SEÇÃO 3 – ENSAIOS DE CAMPO

Esta seção deve incluir as diretrizes a serem seguidas e os métodos a serem adotados para a verificação da exatidão da montagem do PBT. Deve incluir também uma descrição de todos os instrumentos a serem utilizados e um roteiro de execução de ensaios.

SEÇÃO 4 – OPERAÇÃO

Esta seção deve conter instruções para a efetiva operação do PBT, tais como os procedimentos para operação, inclusive uma lista completa de todas as verificações e suas sequências, detalhes de todas as medidas rotineiras, de cuidados e de emergência, recomendações quanto a observações a serem registradas periodicamente, etc.

SEÇÃO 5 – INSTRUÇÃO PARA MANUTENÇÃO

Esta seção deve conter instruções detalhadas para possibilitar a manutenção do PBT tais como:

- 1 - Informações detalhadas, incluindo diagramas eletrônicos para pesquisa de defeitos, calibração e operação dos circuitos eletrônicos de todos os componentes eletrônicos;
- 2 - Catálogos e publicações pertinentes, elaborados pelos diversos fabricantes dos componentes;
- 3 - Lista de sobressalentes, ferramentas e instrumentos especiais a manutenção;
- 4 - Roteiro com discriminação e detalhamento para realização de manutenção preventiva e corretiva no PBT e seus componentes;
- 5 - Documentos de projeto do PBT;
- 6 - Identificação comercial dos componentes (inclusive dos componentes do PBT / equipamento que possuam circuitos eletrônicos distintos);
- 7 - Identificação de níveis, sinais e curvas de tensão nos pontos de testes dos circuitos eletrônicos;
- 8 - No caso de semicondutores, o fabricante deverá fornecer a identificação do componente substituído, caso não haja o componente original disponível no mercado nacional;
- 9 - Manuais de serviços de todos os relés de proteção, medidores e componentes do PBT com instruções pormenorizadas de aferição, calibração, lubrificação e testes,

Os manuais citados acima deverão ter volumes distintos, encadernados em espiral contínua.

Nota: Todos os documentos pertinentes ao presente fornecimento (projetos, memórias, manuais, relações de materiais, etc.) deverão ser entregues na língua portuguesa e

também em meio magnético (CD). Os desenhos em AUTOCAD RELEASE 14 em arquivos .DWG e os textos em WORD 97 e EXCEL nos formatos .DOC e .XLS, respectivamente, e editáveis.

16.2.1.10. Garantia

A contratada deverá apresentar juntamente com a proposta, um "Termo de Garantia" que deverá cobrir quaisquer defeitos de projeto, fabricação, falha de material e mão-de-obra relativa ao fornecimento.

O fabricante, através do "Termo de Garantia", deverá garantir todo o equipamento, inclusive materiais de terceiros contra defeitos de projeto, mão-de-obra e material, por um prazo de 24 (vinte e quatro) meses após a aceitação do equipamento ou 12 meses de operação.

Qualquer reparo, projeto e/ou substituição, inclusive mão-de-obra necessária terá sua despesa creditada à contratada. A data dos referidos testes de campo será informada ao fabricante do equipamento em tempo hábil.

Na hipótese de parte ou totalidade dos componentes, peças e acessórios dos equipamentos não ser de fabricação da contratada, em nome do qual será emitida a ordem de compra, fica o mesmo responsável pela garantia no que se refere a componentes, peças e acessórios fornecidos por terceiros.

A proposta deverá confirmar o "Termo de Garantia" acima mencionado e a ausência de confirmação será considerada pela prefeitura, como indicação de aceitação do mesmo.

O "Termo de Garantia" estará, obviamente, restrito as Condições Normais de Manuseio e Operação dos equipamentos e não poderá ser substituído pelas "Condições Gerais de Venda e Garantia" da contratada, a menos que tais "Condições Gerais" confirmem e incluam, claramente em seu texto, as exigências acima descritas.

16.2.1.11. Assistência técnica

A contratada, caso solicitado, deverá prestar assistência técnica a prefeitura, durante as fases de instalação, testes e colocação dos equipamentos em operação.

A proposta deverá confirmar a assistência técnica e indicar os respectivos custos, devidamente itemizados e em separado dos demais custos.

16.2.2. PARTE 2 – Especificações técnicas

16.2.2.1. Introdução

O Quadro Geral de Baixa Tensão / Quadro de Comando de Motores compreende dispositivos de proteção associados a equipamento de medição e controle, convenientemente dispostos, suportados, interligados e acondicionados em invólucro metálico, doravante denominado, nesta especificação, de Painel de Baixa Tensão.

O escopo de fornecimento objeto desta especificação compreende o projeto,

fabricação, ensaios, entrega, supervisão de montagem e de comissionamento de QCM's, com partida direta, através de conversor de partida e parada suave com controle conforme projeto, bem como QGBT, para o Sistema de Esgotamento Sanitário de Sento Sé, a ser implantado pela Prefeitura. Em complementação a esta Especificação verificar o diagrama trifilar de força, comando e sinalização no conjunto de desenhos elétricos desta obra.

NOTA: O fornecedor poderá propor uma confirmação para os painéis sem prejuízo da qualidade e funcionamento à época da obra, desde que aprovado pela fiscalização da Prefeitura e em acordo com a área operacional.

16.2.2.2. Condições gerais para o fornecimento

O proponente deverá atender a todos os itens desta especificação para sua efetiva participação na licitação e fornecimento do PBT em epígrafe

NORMAS APLICAVEIS E SISTEMA DE UNIDADE

- Normas

Exceto quando indicado em contrário nesta especificação, o equipamento deve ser fabricado e ensaiado conforme normas aplicáveis de acordo com o indicado pela Prefeitura, ABNT e IEC60439-1(2003). Quando estas normas forem omissas ou incompletas deverão ser seguidas as normas aplicáveis da NEMA em suas últimas revisões. Qualquer desvio das normas ABNT e/ou NEMA ou outras exigidas nesta especificação deve ser claramente indicado na proposta.

161

- Sistema de Unidades

O sistema métrico decimal deverá ser usado em todos os cálculos, desenhos, diagramas e documentos relacionados com o equipamento.

Caso haja necessidade de representação de outro sistema, a notação pode ser feita entre parênteses, ao lado de seu correspondente no sistema métrico. No caso de conflito entre valores de unidade diferentes, prevalecerão aqueles indicados no sistema métrico.

16.2.2.3. Local da instalação

Características da Instalação:

Instalação:abrigado / ao tempo
Altitude: < 1000 m
Clima:tropical úmido
Temperatura máxima: 45°C
Temperatura média: 30°C
Temperatura mínima:05°C
Umidade relativa: 95%

DELBONI ENGENHARIA: Rua Guajajaras, 910 – Sl.1002 – Belo Horizonte/MG – Fone (31) 30724115

Ambiente: atmosfera poluída (partículas e gases em suspensão)

16.2.2.4. Condições específicas para o fornecimento

A classificação do PBT deverá ser NEMA classe II, ou seja, os módulos possuem intertravamentos e interligações (podendo incluir comandos remotos) e toda a fiação de controle e força se estende dos blocos terminais de cada módulo até os blocos terminais principais localizados junto a base do PBT, no caso dos circuitos de força, e no PBT de régua de bornes, no caso dos circuitos de comando.

16.2.2.5. Características construtivas do PBT

16.2.2.5.1. Tipo

Os quadros serão do tipo armário, para fixação em parede e/ou sobre piso, com porta e fechadura, conforme especificado, apropriado para instalação abrigada e/ou ao tempo, grau de proteção IP-54.

16.2.2.5.2. Estrutura e chaparia

O PBT deverá ser construído em chapa e estruturado em perfis, ambos em aço, de bitola mínima No. 12 USG ou 2,78 mm. As chapas deverão ser fixadas à estrutura sem utilização de solda.

162

16.2.2.5.3. Parte frontal

A parte frontal deverá ser tipo armário e a porta deverá ser equipada com dobradiças ou trilhos em número adequado e com fechadura de segurança e provida de chave tipo Yale.

16.2.2.5.4. Alças de levantamento

O PBT deverá ter alças para levantamento, parafusadas, de maneira a permitir fácil transporte e manuseio; deverá ser previsto e fornecido dispositivo para fechamento dos orifícios de fixação das alças, após retirada das mesmas.

16.2.2.5.5. Base de fixação e chumbabores

O PBT deverá ter base de fixação em perfil "U" de dimensões adequadas e apropriadas para instalação apoiada em mureta de alvenaria. A fixação da base será

DELBONI ENGENHARIA: Rua Guajajaras, 910 – Sl.1002 – Belo Horizonte/MG – Fone (31) 30724115

através de chumbadores tipo "Expansão", os quais deverão fazer parte integrante do fornecimento.

16.2.2.5.6. Acesso dos cabos

O acesso dos cabos será feito pela face inferior do cubículo, sendo os cabos de baixa tensão instalados na parte posterior e os cabos de controle instalados em canaletas na parte frontal do PBT.

16.2.2.5.7. Barramentos

Os barramentos serão constituídos de cobre eletrolítico em barras retangulares, dimensionadas de acordo com as correntes nominais dos circuitos e fixadas rigidamente à estrutura por meio de suportes isolantes. O conjunto será adequado para suportar os esforços eletrodinâmicos correspondentes à máxima corrente de curto-circuito prevista.

A elevação de temperatura do ponto mais quente do barramento, à corrente nominal, não deverá ultrapassar 65°C, para temperatura ambiente de referência de 40°C e contatos com faces prateadas.

Os barramentos deverão ser identificados utilizando-se as seguintes cores:

163

Verde:Fase R

Amarelo:Fase S

Vermelho:Fase T

Verde e Amarelo:Barra de Terra

Azul:Neutro

16.2.2.5.8. Pintura

a) Tratamento

Todas as superfícies metálicas não condutoras de corrente elétrica deverão ser pintadas e submetidas, no mínimo, ao tratamento descrito a seguir, o qual deverá proporcionar boa resistência a óleos e graxas, grande durabilidade de cores, resistência à corrosão, boa aparência e fino acabamento.

b) Preparação das Superfícies

DELBONI ENGENHARIA: Rua Guajaras, 910 – SI.1002 – Belo Horizonte/MG – Fone (31) 30724115

- Eliminar respingos de soldas e carepas com rebolos ou politrizes;
- Eliminar rebarbas e quebrar cantos;
- Remover óleos e graxas utilizando solvente orgânico, não sendo mais permitidos contatos manuais ou de materiais gordurosos com as partes já limpas;
- Jatear com areia ou granalha de aço até grau comercial, especialmente nos cantos, dobras e locais de difícil acesso. (obs.: para peças pequenas utilizar decapagem química);
- Remover poeira, utilizando-se ar comprimido limpo e seco;
- Aplicar tratamento de fosfatização;
- Aplicar sobre a fosfatização 2 (duas) demãos de tinta de base anti – corrosiva (Primer), através de processo eletrostático.

c) Acabamento Final

As superfícies externas deverão receber, no mínimo 2 (duas) demãos de esmalte sintético na cor padrão cinza RAL 7032, exceto a base de fixação do cubículo que deverá ser na cor preto fosco.

As superfícies internas deverão receber acabamento final com duas ou mais demãos de esmalte reativo, na cor laranja 2,5 YR6/14 Munsell.

Todos os parafusos, porcas e arruelas deverão ser zincados ou bicromatizados por imersão a quente.

Espessura mínima da camada de pintura:

- - pintura externa: 90 microns
- - pintura interna: 60 microns

A aderência mínima deverá ser Gr.3, conforme MB 985.

16.2.2.5.9. Fiação

O fabricante do PBT deverá instalar toda a fiação interna de acordo com os requisitos a seguir:

A fiação deverá ser feita com cabos de cobre flexível e de bitola adequada à corrente a ser transportada, porém não menor do que 1,5 mm² de seção. Nos casos de circuitos de transformadores de corrente não deverá ser inferior a 2,5 mm². Os cabos deverão ter isolamento para, no mínimo, 750 V em composto termoplástico não

DELBONI ENGENHARIA: Rua Guajaras, 910 – Sl.1002 – Belo Horizonte/MG – Fone (31) 30724115

propagante de chamas.

Sempre que possível, a fiação deverá ser instalada em canaletas ou dutos. A fiação exposta deverá ser a mínima possível e sempre agrupada em conjuntos compactos e instaladas nos cantos, horizontal ou verticalmente, com dobras quase retas. Os suportes para fiação deverão ser rígidos e em material à prova de corrosão.

Não serão aceitas emendas nos cabos. Todas as conexões deverão ser feitas através de bornes com LED's indicativos. A fiação deverá ser feita de modo que haja apenas um cabo em qualquer dos bornes das régua e, no máximo, dois nos terminais dos aparelhos.

A fiação dos circuitos de proteção e comando que passar pelo compartimento de média tensão deverá ser instalada dentro da canaleta metálica.

Todos os "jumpers" necessários deverão ser realizados com pontes conectoras nos bornes. Para isto, todos os bornes de mesmo potencial deverão estar agrupados em um único bloco de uma mesma régua.

Nas ligações entre as partes fixas e móveis do PBT, por exemplo, porta, os cabos deverão ter comprimento e flexibilidade suficientes e pelo menos uma das extremidades do cabo deverá ser conectada à régua de bornes.

Todas as extremidades dos cabos deverão receber conectores terminais de compressão tipo "pino", "baioneta" ou "garfo" apropriados para fixação aos terminais dos aparelhos e aos bornes das régua por meio de parafusos. Todos os cabos para circuito de corrente deverão ter terminais do tipo olhal e serão conectados em bornes apropriados para este tipo de terminal.

As régua deverão ser constituídas de bornes individuais, do tipo moldado, fixados a trilhos metálicos. Não será permitido o uso de bornes em que o parafuso de fixação entre em contato direto com o cabo, ou bornes que prendam o cabo através de pressão de molas.

Todos os parafusos, porcas e arruelas a serem utilizados em pontos de conexão elétrica deverão ser bicromatizados. Os bornes deverão possuir marcação visível de acordo com os diagramas elementares e de interligação

As conexões às régua de bornes deverão ser agrupadas tendo em vista o arranjo e as régua deverão ser localizadas de modo a facilitar a fiação externa. Bornes sobressalentes deverão ser fornecidos e instalados num total de 5% para cada tipo utilizado.

Para facilidade de manutenção, os cabos deverão ser codificados por cores e identificados em ambas as extremidades de acordo com os diagramas aprovados. A fiação interna do PBT deverá obedecer ao seguinte código de cores:

Circuitos de medição de tensão:branco

Secundário de TC:amarelo

Aterramento:verde

Alimentação auxiliar de CA:preto

16.2.2.5.10. Ventilação

O PBT deverá possuir venezianas para ventilação, equipadas com filtros removíveis que impeçam a entrada de insetos e objetos estranhos. As aberturas deverão ser suficientes para transferir para o exterior do PBT, por ventilação natural, o calor gerado por condutores e/ou componentes.

Quando previsto em projeto, deverá ser instalado um sistema de ventilação forçada no interior do quadro e que seja capaz de dissipar todo o calor gerado por seus componentes. O seu acionamento será através do diagrama de comando.

16.2.2.5.11. Resistor de aquecimento

Deverá ser previsto, sempre que solicitado em projeto, instalação de resistor de aquecimento, com o respectivo termostato regulável, de potência suficiente para evitar condensação de umidade dos componentes. A tensão para alimentação dos resistores será de 220V 60Hz, proveniente de fonte externa ao PBT. Deverão ser previstos meios de se energizar estes resistores durante o período de armazenagem, sem que para isto seja necessária a retirada total ou parcial da embalagem do equipamento.

166

16.2.2.5.12. Iluminação e tomada

O PBT deverá possuir iluminação interna através de lâmpadas do tipo fluorescentes compactas eletrônicas, de potência suficiente, em 220V, 60Hz, localizada preferencialmente no teto. O comando de iluminação far-se-á automaticamente através de interruptor pela abertura da porta.

Deverá também ser instalado, quando previsto, uma tomada para manutenção 220V - 30A - trifásica (3 fases + terra). A tomada deverá ter identificação do seu nível de tensão através de plaqueta acrílica afixada no espelho da mesma.

16.2.2.5.13. Aterramento

Ao longo da parte inferior do PBT e aparafusadas à carcaça dos mesmos deverá ser prevista uma barra de aterramento em cobre eletrolítico de dimensões mínimas 6 x 25 mm.

Em ambas as extremidades desta barra deverão ser instalados conectores para interligação da mesma à malha geral de aterramento. Estes conectores deverão ser apropriados para cabos de seção nominal 35 mm² a 70 mm².

A Barra de Aterramento deverá ser estanhada e possuir pontos de conexão reserva espaçados de 5 (cinco) centímetros.

16.2.2.5.14. Placa de identificação

O PBT e acessórios nele instalados deverão ser identificados de maneira apropriada. Os dizeres de cada plaqueta deverão ser aprovados pela Prefeitura e obedecer à codificação constante dos desenhos anexos.

As plaquetas serão aparafusadas, não sendo aceito o uso de cola. Deverão ser confeccionadas com lâminas de plástico ou acrílico de aproximadamente 3 mm de espessura, e não podendo ser instaladas em partes removíveis do PBT.

As inscrições deverão ser gravadas em branco com fundo preto, de material durável e facilmente legível à no mínimo 2 metros de distância. Todas as peças componentes e acessórios internos ao PBT deverão ser identificadas por crachás afixados através de braçadeiras plásticas, com gravações pretas em fundo branco.

A marca ou símbolo do fabricante não deverá aparecer na parte frontal do PBT.

No interior do PBT deverá ser instalada uma placa de identificação de alumínio anodizado com, pelo menos, as seguintes indicações:

- Identificação do PBT;
- Nome do fabricante;
- Ano e local de fabricação;
- Tipo ou série de fabricação;
- Tensão e frequência nominais;
- Tensão máxima de operação;
- Corrente nominal;
- Máxima corrente de curto-circuito;
- Nível básico de isolamento;
- Peso do cubículo.

167

16.2.2.5.15. Porta documentos

O PBT deverá ter um porta-documentos afixado à porta frontal, apropriado para guarda dos respectivos desenhos.

16.2.2.5.16. Flange de passagem dos cabos de interligação

O PBT deverá ser fornecido com flanges aparafusados destinados à passagem dos cabos de interligação externa, provendo área suficiente para a instalação e passagem dos cabos elétricos através do fornecimento de dispositivos adequados à vedação, isolamento elétrico, segregação e fixação dos cabos de interligação externa na entrada do PBT. Para cabos em baixa tensão, são opções o fornecimento de prensa cabos adequados ou o uso de flanges bipartidos compostos 2 placas individuais, cuja junção entre as placas, afixada sob as mesmas, será composta por chapa de borracha

DELBONI ENGENHARIA: Rua Guajajaras, 910 – SI.1002 – Belo Horizonte/MG – Fone (31) 30724115

macia e flexível com a função de prover vedação na entrada dos cabos no PBT.

16.2.2.6. Características mínimas exigidas para componentes do PBT

16.2.2.6.1. Disjuntores Termomagnéticos

Todos os disjuntores serão tripolares, bipolares e monopolares, equipados com dispositivo de proteção contra sobrecarga e curto-circuito e curvas características conforme a NBR IEC 947-2.

Serão robustos, resistentes a impactos e completamente vedados para evitar a entrada de poeira e umidade e terão as seguintes características principais:

Tensão nominal:240 ou 500 Vca (conforme aplicação).

Dispositivos magnéticos: adequados às necessidades de proteção e seletividade.

Capacidade de ruptura:

Até 75A:10 kA

De 75 à 300A:30kA

Acima de 300A:42 Ka

Mecanismo de Operação:

Os disjuntores serão manipulados manualmente através de um punho, que poderá assumir uma das três posições indicadas a seguir:

Posição disjuntor aberto

Posição disjuntor fechado

Posição disjuntor disparado

16.2.2.6.2. Contatores Magnéticos

Características Principais:

Os contatores serão tripolares, tipo seco, e terão as seguintes características principais:

Tensão nominal da bobina:220Vca ou 380Vca ou 24Vcc (conforme indicado em planta)

Categoria:AC-3 (conforme Norma IEC)

Corrente de curta duração:conforme Norma IEC-158-1

As bobinas dos Contatores Magnéticos suportarão uma sobretensão de 10% e fecharão com segurança, com 85% da tensão nominal.

Circuito de Controle

As bobinas e demais componentes de controle serão dimensionados para 220Vca ou 380Vca ou 24Vcc (+10%, -15%), conforme especificado. As bobinas do tipo "tropicalizada" serão dimensionadas para a condição permanentemente energizada. Todos os contatos serão facilmente substituíveis sem haver necessidade de ferramentas especiais.

16.2.2.6.3. Relé de Sobrecarga (Térmicos)

Os relés de sobrecarga (térmicos), quando utilizados em separado, serão do tipo de rearme manual, tripolar com corrente de disparo ajustável, providos de compensação para a temperatura ambiente e fornecidos com um contato extra para a sinalização. Suas características serão compatíveis com as características de corrente e tensão dos contatores magnéticos e características de tempo perfeitamente seletivas com as do dispositivo de proteção contra curto-circuito dos disjuntores.

169

16.2.2.6.4. Fusíveis

Devem atender as exigências da norma VDE 0635/3 (Specification for totally Enclosed Cartridge Fuses And Line Protection 500 and 750 V Up to 200 A) e norma VDE 0660. Os fusíveis com capacidade até 25A, inclusive, serão Diazed, acima desta corrente deverá ser do tipo NH, e deverão vir providos de todos os acessórios necessários, tais como base, tampa, parafuso de ajuste.

16.2.2.6.5. Transformadores de Corrente BT

Os transformadores de corrente serão do tipo seco, para instalação interna, com as seguintes características:

Corrente secundária nominal:5 A

Classe de precisão para medição (ANSI):1,2C

DELBONI ENGENHARIA: Rua Guajajaras, 910 – Sl.1002 – Belo Horizonte/MG – Fone (31) 30724115

Classe de precisão para proteção (ANSI):10B
Fator de sobrecorrente:20
Fator térmico:1,2

16.2.2.6.6. Instrumentos de Medição

Poderá ser fornecido instrumento de medição do tipo ferro móvel ou instrumento digital de medição multifunção, contendo as seguintes funções:

Amperímetro
Vôltímetro
Wattímetro

16.2.2.6.7. Dispositivos auxiliares

a) - Sinais

Os sinais serão para instalação semi-embutida, furação mínima de 30,5 mm, sinalização através de diodos eletroluminiscentes (Leds), visor saliente com plaqueta de identificação.

O fabricante deverá providenciar os dispositivos necessários para interligá-los ao circuito de 220Vca ou 220Vca ou de 24Vcc (conforme indicado em planta).

Os sinais deverão obedecer aos seguintes códigos de cores:

Verde: Equipamento desligado;
Vermelho: Equipamento ligado;
Amarelo: Proteções.

b) - Botões de Comando Pulsadores

Os botões de comando pulsadores serão para instalação semi-embutida, redondos com guarda total alta, furação 30,5 mm fornecidos com plaqueta de identificação.

Os botões de comando deverão obedecer ao seguinte código de cores:

Verde: Desliga;
Vermelho: Liga;
Preto: Teste de Lâmpada.

Os contatos deverão ser dimensionados para 10A e com capacidade de

DELBONI ENGENHARIA: Rua Guajajaras, 910 – SI.1002 – Belo Horizonte/MG – Fone (31) 30724115

interrupção mínima igual a 1A indutivo em 125 Vcc.

c) – Chaves Comutadoras

As chaves comutadoras deverão ter 04 (quatro) posições, dando uma delas a posição desligada e as 03 (três) demais para a aplicação.

As chaves deverão ter acondicionamento frontal e características nominais coerentes com a tensão e a corrente do circuito ao qual se aplicam. A montagem será semi-embutida na parte frontal dos cubículos. As chaves deverão ter plaquetas indicativas da seleção efetuada.

Os punhos das chaves deverão ser de material isolante com resistência mecânica adequada. As coberturas das chaves deverão ser facilmente removíveis para inspeção dos contatos.

d) – Horímetro – Totalizador de Horas

Os horímetros deverão ser para instalação semi-embutida na face frontal do PBT montados, em caixa compacta, a prova de pó, apropriados para clima tropical e ligações na parte traseira.

Deverá ser do tipo digital com números legíveis há pelo menos 3 metros de distância do cubículo. Caso o instrumento de multimedição já ofereça esta função, será dispensada a aquisição deste componente.

171

16.2.2.6.8. Proteções contra Sobretensões

Todos os dispositivos de proteção, controle e medição, especialmente estáticos, deverão ser protegidos contra sobretensões, tanto induzidas fora dos cubículos pela fiação a ele conectada, quanto no interior dos mesmos pelo seccionamento de circuito indutivos ou capacitivos.

Sempre que o equipamento não puder suportar os testes de tensão exigidos nesta especificação, seus terminais de entrada deverão protegidos por circuitos contendo capacitores, varistores, diodos zener, etc conectados de modo a descarregar picos de tensão para a terra.

A fim de prevenir a geração interna de sobretensão nos componentes de CC, as bobinas dos relés, disjuntores, contadores ou outros componentes alimentados com este tipo de corrente deverão ser providos de circuitos de descarga devidamente dimensionados para tal finalidade.

Nos circuitos de entrada e saídas de controle para uso remoto, provenientes de circuitos eletrônicos, deverão possuir isolamento galvânica com isolamento mínimo de 1.000 volts.

Proteção contra Surtos e Descargas Atmosféricas

Deverá ser inserida uma proteção contra surtos, transitórios e descargas atmosféricas, para todos os equipamentos eletrônicos, composto, no mínimo, de:

DELBONI ENGENHARIA: Rua Guajajaras, 910 – Sl.1002 – Belo Horizonte/MG – Fone (31) 30724115

Protetor contra descargas atmosféricas, plugável, para montagem em trilho NS35 e NS32, circuito de proteção cascata com 3 níveis, compostos de centelhadores, varistores e diodos supressores configurados em modo diferencial, acondicionados no plug, e indutores de desacoplamento localizados na base. Deverá possuir as seguintes características:

Corrente nominal: 2 A

Tensão nominal: 220 V

Tensão máxima: 240 V

Capacidade de drenagem de corrente de surto: 10 kA (8/20 μ s)

Tempo de resposta: 1ns

Tensão residual: 1,8 x Vn

16.2.2.7. Aceitação e rejeição do PBT

O Controle de Qualidade do PBT poderá ser feito durante o processo de fabricação, ou após o produto acabado, inclusive os testes de funcionamento após a montagem completa, nas instalações da Contratada ou em local indicado pela Prefeitura com a devida antecedência, a realização das visitas de inspeção e dos testes de funcionamento.

A Prefeitura só iniciará os testes de recebimento do Quadro de Comando de Motores trifásicos de indução em baixa tensão de posse de duas cópias reproduzíveis, em vegetal de boa qualidade do desenho final e de duas cópias sulfite do mesmo desenho aprovado sem comentários.

A Prefeitura somente aceitará o PBT após emissão do laudo de aprovação pela sua unidade de controle de qualidade e/ou preposto.

16.2.2.8. Requisitos gerais

16.2.2.8.1. Peças sobressaltantes

O fabricante deverá indicar e cotar à parte (esta cotação não deverá ser parte integrante da proposta) as peças sobressaltantes recomendadas para 2 (dois) anos de operação, a serem utilizadas pela manutenção do Prefeitura.

17. MEMÓRIA DOS QUANTITATIVOS

17.1. Execução da Casa de Controle

17.1.1. Memória de Cálculo

- Quantidade de Alvenaria, tijolo cerâmico maciço = $33,70 \text{ m} \times 3 \text{ m} = 101,10 \text{ m}^2$
- Quantidade de Alvenaria em blocos cerâmicos furados = $24,85 \text{ m} \times 3 \text{ m} = 74,55 \text{ m}^2$
- Volume de concreto de 25 Mpa = $26,68 \text{ m}^3$
- Volume de concreto de 15 Mpa somente para fundação = $4,2 \text{ m}^3$
- Quantitativo de Aço CA50 e CA60 = $116+341+43+72+47+27+27+25+10,70+19,50 = 728,20 \text{ kg}$
- Área do revestimento cerâmico = $6,40 \text{ m}^2 + 6,40 \text{ m}^2 + 14,40 \text{ m}^2 + 8,50 \text{ m}^2 = 35,70 \text{ m}^2$
- Área do Piso vinílico = $14,18 + 1 + 5,40 + 3,30 \text{ m}^2 = 23,88 \text{ m}^2$

Obs: Para todo o revestimento cerâmico e vinílico, existe a consideração da perda de material, equivalente a 5%, no quantitativo destes materiais.

173

MATERIAIS DIVERSOS	UNID.	QUANT.
Alvenaria em tijolo cerâmico maciço 5x10x20cm (paredes externas)	m²	101,10
Tijolo cerâmico maciço (5x10x20cm)	unid.	16.176,00
Argamassa assentamento traço 1:2:8 (cimento, cal, areia média)	m ³	2,22
Alvenaria de vedação de blocos cerâmicos furados na vertical de 14x19x39cm (paredes internas)	m²	74,55
Bloco cerâmico de vedação com furos na vertical (14x19x39cm)	unid.	995,24
Argamassa assentamento traço 1:2:8 (cimento, cal, areia média)	m ³	0,88
Concreto fck=15mpa, preparo com betoneira, sem lançamento	m³	4,20
Betoneira capacidade nominal de 400 l, capacidade de mistura 310 l, motor elétrico trifásico potência de 2 hp, sem carregador - chp diurno. af_10/2014	chp	3,00
Concretagem de pilares, fck = 25 mpa, com uso de baldes em edificação com seção média de pilares menor ou igual a 0,25 m² - lançamento, adensamento e acabamento. af_12/2015	m³	2,82
Concreto usinado bombeável, classe de resistência c25, com brita 0 e 1, slump = 100 +/- 20 mm, exclui serviço de bombeamento (nbr 8953)	m ³	3,12
Armação de pilar ou viga de uma estrutura convencional de concreto armado aço ca-60 de 5.0 mm - montagem. af_12/2015	kg	116,00
Armação de pilar ou viga de uma estrutura convencional de concreto armado em um edifício de múltiplos pavimentos utilizando aço ca-50 de 10.0 mm - montagem. af_12/2015	kg	341,00
Laje pre-mold beta 16 p/3,5kn/m2, incl vigotas, tijolos, armadura negativa, concreto 25mpa, escoramento, material e mão de obra. Espessura laje = 10cm	m²	61,08
Tela de aço soldada nervurada CA-60, Q-61, (1,48 kg/m ²), Diâmetro do fio = 4,2mm, Largura 2,45x60m de comprimento, espaçamento da malha = 15x15cm	m ²	62,00
Concreto usinado bombeável, fck 25 Mpa	m ³	6,11
Laje pre-moldada de piso convencional sobrecarga 350kg/m2 vao ate 5,00m	m ²	15,27
Cinta de amarração de alvenaria moldada in loco em concreto. af_03/2016	m	62,70

DELBONI ENGENHARIA: Rua Guajajaras, 910 – Sl.1002 – Belo Horizonte/MG – Fone (31) 30724115

FAHMA: Rua Paulo Afonso, 333 - Santo Antônio - Fone (31) 3245-0388 - Fax: (31) 3245-0398 - Belo Horizonte/MG

Concreto usinado bombeável, fck 25 Mpa	m³	6,20
Corte e dobra de aço ca-60, diâmetro de 5.0 mm, utilizado em estruturas diversas, exceto lajes. af_12/2015	kg	43,00
Corte e dobra de aço ca-50, diâmetro de 6.3 mm, utilizado em estruturas diversas, exceto lajes. af_12/2015	kg	72,00
Corte e dobra de aço ca-50, diâmetro de 8.0 mm, utilizado em estruturas diversas, exceto lajes. af_12/2015	kg	47,00
Corte e dobra de aço ca-50, diâmetro de 10.0 mm, utilizado em estruturas diversas, exceto lajes. af_12/2015	kg	27,00
Corte e dobra de aço ca-50, diâmetro de 12.5 mm, utilizado em estruturas diversas, exceto lajes. af_12/2015	kg	27,00
Corte e dobra de aço ca-50, diâmetro de 16.0 mm, utilizado em estruturas diversas, exceto lajes. af_12/2015	kg	25,00
Contrapiso/lastro de concreto não estrutural, e=5cm, consumo 150kg/m3, preparo com betoneira	m³	1,19
Cimento portland composto cp ii-32	kg	178,88
Piso cimentado traco 1:3 (cimento e areia) acabamento liso espessura 2,0cm, preparo manual da argamassa	m²	71,23
Argamassa traço 1:3 (cimento e areia média), preparo manual. af_08/2014	m³	1,42
Revestimento cerâmico para piso com placas tipo grês de dimensões 35x35 cm aplicada em ambientes de área entre 5 m2 e 10 m2. af_06/2014	m²	35,70
Piso em ceramica esmaltada extra, pei maior ou igual a 4, formato menor ou igual a 2025 cm2 com perda	m²	37,84
Piso vinilico semiflexivel padrao liso (cor cinza), espessura 2mm, fixado com cola	m²	23,88
Placa vinilica semiflexivel para revestimento de pisos e paredes, e = 2 mm (sem colocacao) com perda	m²	25,07
Revestimento cerâmico para paredes internas com placas tipo grês ou semi-grês padrão popular de dimensões 20x20 cm aplicadas em ambientes de área menor que 5 m2 na altura inteira das paredes. af_06/2014	m²	137,55
Revestimento em ceramica esmaltada comercial, menor ou igual a 3, formato menor ou igual a 2025 cm2	m²	145,80
Trama de madeira composta por ripas, caibros e terças para telhados de até 2 águas para telha de encaixe de cerâmica ou de concreto, incluso transporte vertical. af_12/2015	m²	14,40
Ripa de madeira nao aparelhada *1,5 x 5* cm, macaranduba, angelim ou equivalente da regioao	m	7,20
Viga de madeira nao aparelhada 6 x 12 cm, macaranduba, angelim ou equivalente da regioao	m	15,84
Caibro de madeira nao aparelhada *5 x 6* cm, macaranduba, angelim ou equivalente da regioao	m	27,36
Cobertura em telha ceramica tipo colonial, com argamassa traco 1:3 (cimento e areia)	m²	14,40
Telha ceramica tipo colonial, comprimento de *44* cm, rendimento de *26* telhas/m2	un	7,20
Aco ca-60, 4,2 mm, vergalhao	kg	10,70
Aco ca-25, 6,3 mm, vergalhao	kg	19,50

17.1.2. Instalações Elétricas da Casa de Controle

SPDA		
Cabo de cobre nu 16 mm² meio-duro	m	9,00
Cabo de cobre nu 32 mm² meio-duro	m	60,00
Cabo de cobre nu 50 mm² meio-duro	m	72,00
Haste de aterramento em aco com 3,00 m de comprimento e dn = 5/8", revestida com baixa camada de cobre, sem conector	un	4,00
Caixa inspecao concreto pre moldado circular com tampa d = 40cm	un	4,00
Terminal aereo em aco galv, c/ base de fixacao horizontal dn 1/2"	un	6,00
Caixa de equalização de potencias 200x200x150mm, de aço com barramento espessura 6mm, 8 terminais para cabos de cobre 16mm² e 1 terminal para cabo de cobre nu 50mm².	un	1,00
Refil com pó para realização de uma solda exotérmica	un	8,00

DELBONI ENGENHARIA: Rua Guajajaras, 910 – Sl.1002 – Belo Horizonte/MG – Fone (31) 30724115

Caixa de inspeção do aterramento, tipo suspensa em poliamida tamanho 150x110mm -para eletroduto de 1"	un	2,00
Eletroduto rígido roscável, pvc, 1", para circuitos terminais, instalado em parede - fornecimento e instalação. af_12/2015	m	6,00
Curva pvc 90g p/ eletroduto roscavel 1"	un	2,00
Luva pvc roscavel p/ eletroduto 1"	un	2,00
Abracadeira tipo D, 3/4" , com parafuso	un	8,00
Fornecimento e instalação de eletroduto de pvc roscável de 3/4" (19 mm), com conexões e peças		
Rasgo em alvenaria para eletrodutos com diâmetros menores ou iguais a 40 mm. af_05/2015	m	60,00
Eletroduto rígido roscável, pvc, 3/4", para circuitos terminais, instalado em parede - fornecimento e instalação. af_12/2015	m	60,00
Curva pvc 90g p/ eletroduto roscavel 3/4"	un	12,00
Luva pvc roscavel p/ eletroduto 3/4"	un	20,00
Condulete de aluminio tipo e, para eletroduto roscavel de 3/4", com tampa cega	un	9,00
Condulete de aluminio tipo t, para eletroduto roscavel de 3/4", com tampa cega	un	5,00
Condulete de aluminio tipo c, para eletroduto roscavel de 3/4", com tampa cega	un	5,00
Condulete de aluminio tipo x, para eletroduto roscavel de 3/4", com tampa cega	un	1,00
Condulete de aluminio tipo tb, para eletroduto roscavel de 3/4", com tampa cega	un	2,00
Abracadeira tipo D, 3/4" , com parafuso	un	50,00
Fornecimento e instalação de eletroduto de pvc roscável de 1" (25 mm), com conexões e peças		
Rasgo em alvenaria para eletrodutos com diâmetros menores ou iguais a 40 mm. af_05/2015	m	35,00
Eletroduto rígido roscável, pvc, 1", para circuitos terminais, instalado em parede - fornecimento e instalação. af_12/2015	m	35,00
Curva pvc 90g p/ eletroduto roscavel 1"	un	2,00
Luva pvc roscavel p/ eletroduto 1"	un	12,00
Condulete de aluminio tipo e, para eletroduto roscavel de 1 1/2", com tampa cega	un	3,00
Condulete de aluminio tipo t, para eletroduto roscavel de 1 1/2", com tampa cega	un	5,00
Condulete de aluminio tipo c, para eletroduto roscavel de 1 1/2", com tampa cega	un	3,00
Condulete de aluminio tipo x, para eletroduto roscavel de 1 1/2", com tampa cega	un	1,00
Condulete de aluminio tipo lb, para eletroduto roscavel de 1 1/2", com tampa cega	un	4,00
Condulete de aluminio tipo tb, para eletroduto roscavel de 1 1/2", com tampa cega	un	2,00
Abracadeira tipo D, 3/4" , com parafuso	un	15,00
Cabos para instalação elétrica - Fornecimento e instalação		
Cabo de cobre isolamento anti-chama 450/750v 2,5mm², tp pirastic pirelli ou equivalente	m	300,00
Cabo de cobre isolamento anti-chama 450/750v 4mm², tp pirastic pirelli ou equiv	m	110,00
Interruptores, tomadas e luminárias		
Interruptor simples (1 módulo), 10a/250v, incluindo suporte e placa - fornecimento e instalação. af_12/2015	un	7,00
Tomada embutir 2p + t 15a/250v c/placa, tipo silentoque ou equiv.	un	11,00
Tomada embutir 3p + t 30a/440v ref 56404 uso industrial c/ placa, pial ou equiv.	un	5,00
Tomada embutir p/ telefone padrao telebras c/ placa, tipo silentoque pial ou equiv.	un	

DELBONI ENGENHARIA: Rua Guajajaras, 910 – Sl.1002 – Belo Horizonte/MG – Fone (31) 30724115

		1,00
Lampada fluorescente 20w	un	3,00
Luminaria plafonier sobrepor aro/base metalica c/ globo esferico vidro leitoso boca 10cm diam 20cm p/ 1 lamp incand, incl soquete porcelana	un	3,00
Lâmpada fluorescente tubular 32w, 127v, base g13	un	12,00
Reator eletrônico uso interno, alto fator de potência, para 2 lâmpada fluorescentes tubulares 32w, 127v	un	6,00
Luminária uso interno, de sobrepor, corpo em chapa de aço tratada e pintura eletrostática branca, refletor de alumínio anodizado brilhante de alta pureza," grau de proteção ip65 á prova de gases, vapores e pós", para 2 lâmpadas fluorescentes 32w e reator de alto fator de potência alojado na cabeceira.	un	6,00
Luminaria 45° com corpo de aluminio fundido pintura eletrostatica poliester, com a prova de gases, vapores e pos, para 1 lampada fluoescnte compacta eletrônica 23w, 127v	un	3,00
Sensor de presença infravermelho passivo sem fio, ajuste de sensibilidade alcance de 11mx90°, alimentação feita com uma bateria de 9vcc, frequência de transmissão 434 mhz, compatível com os receptores rx-p, rx.mc plus e rx-mc4.	un	1,00
Sirene piezoelétrica de potência audível de 120db (1 metro), potência elétrica 2,4w, tensão de alimentação de 11 à 13,8v.	un	1,00
Padrão de Energia trifásico a 4 fios		
Disjuntor termomagnético em caixa moldada, padrão NEMA, calibração 25°C, Tripolar In=150A, lcc=10kA em 380Vca	un	1,00
Cabo de cobre unipolar isolado em pvc, fios de cobre nu têmpera mole, encordoamento classe 2, 70mm²	m	28,00

17.1.3. Instalações Elétricas da Área Externa da ETE

Cabos e acessórios		
Cabo de cobre unipolar isolado em pvc, fios de cobre nu têmpera mole, encordoamento classe 2, 10mm²	m	8.300,00
Cabo de cobre unipolar isolado em pvc, fios de cobre nu têmpera mole, encordoamento classe 2, 16mm²	m	890,00
Cabo de cobre unipolar isolado em pvc, fios de cobre nu têmpera mole, encordoamento classe 2, 25mm²	m	3.060,00
Cabo de cobre unipolar isolado em pvc, fios de cobre nu têmpera mole, encordoamento classe 2, 35mm²	m	3.000,00
Cabo de cobre unipolar isolado em pvc, fios de cobre nu têmpera mole, encordoamento classe 2, 70mm²	m	1.100,00
Cabo de cobre multipolar isolado em pvc, fios de cobre nu têmpera mole, encordoamento classe 2, 4x2,5mm²	m	650,00
Cabo de cobre multipolar, para controle, fios de cobre nú, têmpera mole, classe 5, isolação em composto de termoplástico PVC flexível, sem chumbo, antichamas, blindagem em fita de de alumínio/poliéster, aplicada helicoidalmente, coberto em composto de termoplástico de PVC sem chumbo antichamas, 5x1,5mm²	m	660,00
Fio do tipo FE, uso externo, constituído de um par de condutores de cobre isolados em PVC dn 1,60mm	m	290,00
Relé fotoelétrico 1800VA/220V instalado	pç	53,00
Lâmpada a vapor de sódio de alta pressão, elipsoidal, 250W, 220V, base E40	un	53,00
Reator p/ lampada vapor de sodio 250w uso ext	un	53,00
Caixas de distribuição		
Caixa para quadro de distribuição em chapa metálica 14USG com porta provida de fecho embutido, com chave, com espelho interno, com terminal para cabos de entrada	un	6,00
Disjuntor geral tripolar 150A	un	1,00
Chave seccionadora tripolar 77A	un	1,00
Disjuntor tipo din/iec, tripolar de 40A	un	4,00
Disjuntor tipo din/iec, tripolar 60A	un	1,00
Chave seccionadora tripolar 10A	un	

DELBONI ENGENHARIA: Rua Guajaras, 910 – Sl.1002 – Belo Horizonte/MG – Fone (31) 30724115

		1,00
Supervisor trifásico de falta, inversão e assimetria de fases e controle de máxima e mínima tensão	un	1,00
Base fusível até 25a, para quadro distribuição circuitos (diazed ou similar)	un	9,00
Lâmpada fluorescente compacta com reator embutido 23w	un	1,00
Micro switch 10A 220V	un	1,00
Disjuntor termomagnético monopolar In=4A	un	3,00
Dispositivo de proteção contra surtos classes I. II 12,5/60kA 380V	un	3,00
Rele termico bimetal para uso em motores trifasicos, tensao380 v, potencia até 15 cv, corrente nominal maxima 22 a	un	1,00
Horâmetro para 1000 horas 220V	un	1,00
Multimedidor de grandezas elétricas	un	1,00
Transformador de corrente 40/5A	un	3,00
Disjuntor termomagnético monopolar In = 2A	un	1,00
Disjuntor geral tripolar 60A	un	1,00
Disjuntor tipo din/iec, tripolar de 20A	un	16,00
Disjuntor tipo din/iec, tripolar de 25A	un	4,00
Disjuntor geral tripolar 40A	un	4,00
Quadro de distribuição com barramento e montagem, 350x250x140mm, em chapa de aço galvanizada pintada eletrostaticamente	un	1,00
Botão de comando pulsador para instalação semi-embutida	un	1,00
Botão de comando pulsador cogumelo com trava giratória, para instalação semi-embutida	un	1,00

17.2. Recuperação de Áreas Erodidas

17.2.1. Memória de Cálculo

17.2.1.1. Revegetação

- Para o cálculo das quantidades de espécies gramíneas e arbóreas, levou-se em conta as respectivas áreas. As espécies arbóreas serão plantadas numa proporção de 1333 mudas por hectare, então para a área de 0,18 ha teremos:

$$0,18\text{ha} \times 1333\text{mudas/ha} = 240 \text{ mudas}$$

Considerando uma perda de 20%, temos:

$$240 \text{ mudas} + 20\% = 290 \text{ mudas}$$

- Já as gramíneas serão plantadas em uma área de 14.500 m², na proporção de 2 rolos por metro quadrado, resultando nos seguintes valores:

$$14.500\text{m}^2 \times 02 \text{ rolos/m}^2 = 29.000 \text{ rolos}$$

Considerando uma perda de 20%, temos:

$$29.000 \text{ rolos} + 20\% = 34.800 \text{ rolos}$$

DELBONI ENGENHARIA: Rua Guajajaras, 910 – Sl.1002 – Belo Horizonte/MG – Fone (31) 30724115

- Também haverá o plantio das gramíneas nos taludes, totalizando mais 1.880,00m²:

$$(1.880,00\text{m}^2 \times 02 \text{ rolos/m}^2) + 20\% = 4.515 \text{ rolos}$$

- A cerca viva será plantada no entorno da ETE, numa extensão total de 1.950 metros, na proporção de 5 mudas por metro quadrado:

$$1950 \text{ m} \times 5 \text{ mudas/m}^2 + 20\% = 11.700 \text{ mudas}$$

17.2.1.2. Rip-Rap

A contenção de taludes com Rip-Rap será feita para estabilização dos locais mais susceptíveis à erosão, com sacos de linhagem preenchidos com materiais inertes, e abrangerá um volume total = 164 m³

- Volume total $(109,33 \times 1,00 \text{ altura} \times 3,00) / 2 = 164 \text{ m}^3$
- Cada saco do Rip Rap contém um volume de 0,07 m³ de mistura de solo cimento, considerando uma área de 164 m³, utilizaremos 2.342, 86 unidades de sacos de Rip Rap.

MATERIAIS DIVERSOS	UNID.	QUANT.
Plantio de arbusto com altura 50 a 100cm, em cava de 60x60x60cm	un	290,00
Adubo bovino	m³	1,45
Areia media - posto jazida/fornecedor (sem frete)	m³	9,28
Terra vegetal (granel)	m³	21,46
Muda de arbusto florifero (verificar sugestões no projeto)	un	290,00
Fertilizante npk - 10:10:10	kg	21,46
Calcario dolomítico a (posto pedreira/fornecedor, sem frete)	kg	21,46
Plantio de grama esmeralda em rolo - área irrigada (ou similar, verificar sugestões no projeto)	m²	17.400,00
Adubo bovino	m³	87,00
Grana esmeralda em placas, sem plantio (ou similar, verificar sugestões no projeto)	m²	17.400,00
Fertilizante npk - 10:10:10	kg	1.740,00
Calcario dolomítico a (posto pedreira/fornecedor, sem frete)	kg	2.610,00
Plantio de grama esmeralda em rolo - talude das lagoas (ou similar, verificar sugestões no projeto)	m²	2.256,00
Adubo bovino	m³	11,28
Grana esmeralda em placas, sem plantio (ou similar, verificar sugestões no projeto)	m²	2.256,00
Fertilizante npk - 10:10:10	kg	225,60
Calcario dolomítico a (posto pedreira/fornecedor, sem frete)	kg	338,40
Execução de contenção Rip-Rap saco solo cimento, com fornecimento de todos os materiais, dosagem, mistura, acondicionamento, costura e transporte	vb	2.342,86
Arenoso comercial retirado no depósito com frete	m³	149,94

Cimento portland composto cp ii-32	kg	26.122,86
Geotextil nao tecido agulhado de filamentos continuos 100% poliester rt 10 tipo bidim ou equivalente	m ²	749,71
Plantio de cerca viva	m	1.950,00
Adubo bovino	m ³	16,19
Muda de arbusto florifero, clusia/gardenia/moreia branca/ azaleia ou equivalente da regioao, h= *50 a 70* cm	un	7.800,00
Fertilizante npk - 10:10:10	kg	240,44
Calcario dolomitico a (posto pedreira/fornecedor, sem frete)	kg	240,44
Areia média	m ³	103,94
Terra vegetal	m ³	240,44

17.3. Urbanização

17.3.1. Memória de Cálculo

- Quantidade de Britas das vias (ruas) = $1.653,44 \times 6,00 \times 0,03 = 297,62 \text{ m}^3$
- Quantidade de Britas dos DAFA's = $6,90 \times 28,10 \times 0,05 \times 2 \text{ unidades} = 19,40 \text{ m}^3$
- Quantidades de poste de iluminação = 54 unidades

MATERIAIS DIVERSOS	UNID.	QUANT.
Passadiço de pedestre e veículos	m³	297,62
Brita 2 (19,0 a 25,0 mm) - incluso frete	m ³	297,62
Planito de cerca viva	m	1.950,00
Adubo bovino	m ³	16,19
Muda de arbusto florifero, clusia/gardenia/moreia branca/ azaleia ou equivalente da regioao, h= *50 a 70* cm	un	7.800,00
Fertilizante npk - 10:10:10	kg	240,44
Calcario dolomitico a (posto pedreira/fornecedor, sem frete)	kg	240,44
Areia média	m ³	103,94
Terra vegetal	m ³	240,44
Fornecimento e substituição de tampas de concreto para caixa de passagem	un	17,00
Forma plana em compensado resinado 12mm, 02 usos	m ²	36,45
Concreto simples usinado fck=21mpa, bombeado, lançado e adensado	m ³	2,55
Fornecimento e instalação de postes	un	54,00
Poste de concreto circular, 300 kg, h = 7 m (nbr 8451)	un	54,00
Concreto fck=15mpa, preparo com betoneira, sem lancamento	m ³	5,40
Guindauto hidráulico, capacidade máxima de carga 6500 kg, momento máximo de carga 5,8 tm, alcance máximo horizontal 7,60 m, inclusive caminhão toco pbt 9.700 kg, potência de 160 cv - chp diurno. af_08/2015	chp	54,00
Lançamento com uso de baldes, adensamento e acabamento de concreto em estruturas. af_12/2015	m ³	5,40

17.4. Drenagem

17.4.1. Memória de Cálculo

A rede de drenagem a ser projetada, a partir de canaletas abertas, será no total de 1.242,41 m.

MATERIAIS DIVERSOS	UNID.	QUANT.
Fornecimento e instalação de calha em concreto simples, em meia cana de concreto, diametro 600 mm	m	1.242,41
Areia media - posto jazida/fornecedor (sem frete)	m³	1,17
Cimento portland composto cp ii-32	kg	13,67
Calha/canaleta de concreto simples, tipo meia cana, d = 60 cm, para agua pluvial	m	1.304,53
Brita 2 (19,0 a 25,0 mm) - incluso frete para leito de regularização	m³	22,36
Escavacao manual de valas em terra compacta, prof. de 0 m < h <= 1 m	m³	173,94
Carga, transporte e descarga de material de 1ª categoria proveniente de escavação ou de depósito	m³	226,12

17.5. Impermeabilização

17.5.1. Memória de Cálculo

- A área de cada lagoa facultativa é de:

$$(121\text{m} \times 60\text{m}) + (1\text{m} \times 121\text{m} \times 2 \text{ lados}) + (1\text{m} \times 60\text{m} \times 2 \text{ lados}) = 7.622 \text{ m}^2$$

- A área de cada lagoa de maturação é de:

$$(149\text{m} \times 60\text{m}) + (1\text{m} \times 149\text{m} \times 2 \text{ lados}) + (1\text{m} \times 60\text{m} \times 2 \text{ lados}) = 9.358 \text{ m}^2$$

Sendo utilizado para a impermeabilização dos taludes um adicional de 2.481,30 m²

- Considerando a inclinação das paredes das lagoas e um metro adicional do revestimento em cada lado, totaliza a área de 36.441,30m², de manta termoplástica para impermeabilização.

MATERIAIS DIVERSOS	UNID.	QUANT.
Impermeabilizacao de superficie com geomembrana (manta termoplastica lisa) tipo pead, e=2mm.	m²	36.441,30
Manta termoplastica, pead, geomembrana lisa, e = 2,00 mm (nbr 15352)	m²	36.441,30
Brita 3 (25,0 a 50,0 mm) - incluso frete	m³	107,41

17.6. Irrigação

17.6.1. Memória de Cálculo

A rede de irrigação por macro aspersão abrangerá uma área com medidas aproximadas de 130m por 115m. Considerando um espaçamento de 3m entre as

posições dos aspersores, temos 26 posições para disposição dos mesmos, como demonstrado acima.

- A rede de microaspersão abrangerá os taludes e a região da cerca viva, totalizando um comprimento total de 3.340 metros.
- Cerca viva com 1.950 m + taludes com 1.390 m = 3.340 m

MATERIAIS DIVERSOS	UNID.	QUANT.
Sistema de Microaspersão/Aspersão	m	3.340,00
Microaspersor spray	un	1.110,00
Fornecimento e assentamento de tubo pvc p/irrigação dn 50mm, PN-40, linha Irriga-LF, Tigre ou similar	m	3.340,00
Aspersor bocal duplo 5,2 x 3,2mm, Eco A232 FABRIMAR, ou similar	un	2,00

17.7. DAFA

17.7.1. Memória de Cálculo

- As paredes externas dos DAFA's que receberão reforço estrutural têm as seguintes dimensões:

Paredes externas: 28,30m + 0,40 m (comprimento)
6,90 m (largura)

6,00 m (altura)

e 0,20m espessura do reforço em concreto armado

$$(28,70 \times 6 \times 0,20 \text{ m}) \times 2 = 68,88 \text{ m}^3$$

$$(6,90 \times 6 \times 0,20 \text{ m}) \times 2 = 16,56 \text{ m}^3$$

Volume de concreto para um DAFA= 85,44 m³

- As paredes internas dos DAFA's que receberão reforço estrutural têm as seguintes dimensões:

Paredes internas: 5,5m (comprimento)
6,5m (largura)
0,1m (espessura)

Volume de concreto para um DAFA: 5,5m X 6,5m X 0,1m X 3 paredes = 10,73m³

- A fundação dos DAFA's que receberão reforço estrutural tem as seguintes dimensões:

Laje fundação interna: 27,90 m comprimento
6,5m largura
0,4m espessura

Volume de concreto para um DAFA: $27,90\text{m} \times 6,5\text{m} \times 0,4\text{m} = 72,54\text{ m}^3$

Como são dois grupos de reatores com essas características, a área total de reforço estrutural será:

Volume total de concreto = $(85,44\text{ m}^3 + 10,73\text{m}^3 + 72,54\text{m}^3) \times 2 = 337,41\text{m}^3$

- **Quantitativo de Aço CA50** = $583 + 5.788,20 + 12.766,60 + 27.970,80 + 19.465,60 = 66.574,20\text{ kg}$

Reforço Estrutural	vb	
Corte e dobra de aço ca-50, diâmetro de 6.3 mm, utilizado em estruturas diversas, exceto lajes. af_12/2015	kg	583,00
Corte e dobra de aço ca-50, diâmetro de 8.0 mm, utilizado em estruturas diversas, exceto lajes. af_12/2015	kg	5.788,20
Corte e dobra de aço ca-50, diâmetro de 10.0 mm, utilizado em estruturas diversas, exceto lajes. af_12/2015	kg	12.766,60
Corte e dobra de aço ca-50, diâmetro de 16.0 mm, utilizado em estruturas diversas, exceto lajes. af_12/2015	kg	27.970,80
Corte e dobra de aço ca-50, diâmetro de 20.0 mm, utilizado em estruturas diversas, exceto lajes. af_12/2015	kg	19.465,60
Concreto usinado bombeável, fck 30 Mpa, cimento resistente à sulfatos (RS)	m ³	337,41
Camada de proteção térmica	m³	19,40
Brita 2 (19,0 a 25,0 mm) - incluso frete	m ³	19,40
Impermeabilização de superfície com membrana de poliuréia	m²	1.562,85
Fornecimento de membrana a base de poliuréia	m ²	1.562,85

18. LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO REALIZADO NA ETE

18.1. Execução do Levantamento Topográfico

A seguir, serão apresentadas nas fotos, a realização da implantação do marco e o Levantamento Topográfico da área da ETE da sede urbana de Sento Sé. O Levantamento foi executado no local, por equipe técnica especializada.

As plantas do Levantamento Planialtimétrico, devidamente assinadas pelo Responsável Técnico, estão anexadas ao trabalho.



Figura 16 - Marco Topográfico



Figura 17 - Estação total utilizada no levantamento topográfico

19. ENSAIOS DE CONCRETO

Serão apresentadas as metodologias dos ensaios de rompimento a compressão de concreto, realizados pela empresa LCLacrose Engenharia.



Salvador, 11 de Abril de 2016.

cc-035/01

À
FAHMA PLANEJAMENTO E ENGENHARIA LTDA
OBRA: Estação de Tratamento de Esgoto
Local: Sento Sé - BA
Att. Eng.º: Hugo Brecht

Prezado Senhor:

Estamos apresentando o relatório relativo à avaliação da resistência à compressão de corpos de provas extraídos da estrutura em concreto armado da obra acima citada.

1 – EXTRAÇÃO E RUPTURA DE CORPOS DE PROVAS:

Os corpos de provas foram extraídos e preparados para ruptura de acordo com o MÉTODO DE ENSAIO NBR – 7680 da ABNT, e rompidos de acordo com o MÉTODO DE ENSAIO NBR-5739.

2 – LOCAL DAS EXTRAÇÕES E AMOSTRAGEM:

O número de amostras foi determinado pelo engenheiro da obra.

185

3 – EXTRAÇÃO E PREPARO:

Os corpos de provas foram extraídos com o diâmetro de $\phi - 99,0 \text{ mm}$, e alturas variáveis.

Os topos foram tratados com serra diamantada e polidos com disco diamantado, de forma a minimizar as imperfeições de topo, que prejudicam a realidade dos resultados obtidos.

4 – RESULTADOS DOS ENSAIOS DE RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO:

Os corpos de provas foram ensaiados à compressão, e os resultados corrigidos em função da relação altura/diâmetro (h/d). Os resultados figuram no certificado ETC-035/01 em anexo.

1

Loteamento Parque Recreio dos Bandeirantes, QD 12, Lotes 08 e 09, Jardim das Margaridas
Salvador-Bahia, CEP.: 41510-240

19.1. Retirada dos Corpos de Prova de Concreto

A seguir, será apresentada nas fotos a realização da retirada dos corpos de prova de concreto para o ensaio de resistência a compressão. Os testes foram executados no local, nos DAFA's, unidade de tratamento de esgoto de Sento Sé, por equipe técnica especializada.

186



Figura 18 - Extração de corpos de prova



Figura 19 - Equipamento para extração dos corpos de prova



Figura 20 - Corpo de prova extraído do DAFA



Figura 21 - Corpos de prova

19.2. Resultado dos Ensaio de compressão

[illegible]

20. ENSAIOS DE GEOTECNIA

A metodologia para a execução dos ensaios de Geotecnia e os respectivos resultados serão apresentados a seguir. Os testes foram executados no local da ETE de Sento Sé, por equipe técnica especializada.



RELATÓRIO PAT-RT-LAB-1455.16-001

ENSAIOS DE LABORATÓRIO


CLIENTE: FAHMA PLANEJAMENTO E ENGENHARIA

REVISÕES	DESCRIÇÃO	DATA	PREP.	APROV
00	Emissão Inicial	15/04/2016	CR.	FT

PATROL - INVESTIGAÇÕES GEOTECNICAS LTDA.
Rua Des. Continente, 68 – Bairro Pedro II – Belo Horizonte – MG
Telefones: 31.3462.0722 – 3462.0079 – 3412.1482

DELBONI ENGENHARIA: Rua Guajaras, 910 – Sl.1002 – Belo Horizonte/MG – Fone (31) 30724115

FAHMA: Rua Paulo Afonso, 333 - Santo Antônio - Fone (31) 3245-0388 - Fax: (31) 3245-0398 - Belo Horizonte/MG

	<p>RELATÓRIO PAT-RT-LAB-1455.16-001</p> <p>ENSAIOS DE LABORATÓRIO</p>	
CLIENTE:	Fahma Planejamento e Engenharia	Revisão Nº 00
PROJETO:	-	
LOCAL:	-	Página 2 de 7
Ensaio Realizados: Granulometria Completa e Massa Específica Real.		

Sumário

1.	APRESENTAÇÃO	3
2.	INTRODUÇÃO	3
3.	IDENTIFICAÇÃO DAS AMOSTRAS E SERVIÇOS REALIZADOS	3
	Tabela 3.1 – Identificação das amostras	3
4.	METODOLOGIA APLICADA	4
4.1.	Granulometria por Peneiramento e Sedimentação	4
4.2.	Peso Específico dos Grãos	4
5.	RESULTADOS	5
5.1.1.	Granulometria por Peneiramento e Sedimentação	6
5.2.	Massa Específica Real dos Grãos	7
6.	ANEXOS	7

1. APRESENTAÇÃO

A Patrol – Investigações Geotécnicas Ltda. é uma empresa de consultoria na área de tecnologia de materiais aplicados as obras de construção. Nosso laboratório está preparado para ensaiar os mais diversos materiais procurando obter os parâmetros técnicos que caracterizam o seu comportamento quando aplicados às mais diversas obras de infra-estrutura. Neste contexto, oferecemos aos nossos clientes a mais avançada tecnologia de ensaios especiais em geotécnica, garantindo a mais elevada qualidade dos resultados aliando-se a rapidez na execução dos ensaios.

2. INTRODUÇÃO

O presente relatório apresenta os resultados de ensaios geotécnicos de laboratório, realizado em amostra deformada.

3. IDENTIFICAÇÃO DAS AMOSTRAS E SERVIÇOS REALIZADOS

A tabela 3.1 discrimina as amostras recebidas e os serviços realizados encontram-se no item 5.

Tabela 3.1 – Identificação das amostras

Registro	Material	Furo
9992	solo	AM 01

4. METODOLOGIA APLICADA

- Granulometria por peneiramento e sedimentação – NBR 7181/84
- Massa Específica real dos grãos – NBR 6508/84

4.1. Granulometria por Peneiramento e Sedimentação

O ensaio de peneiramento consiste em agitar uma amostra de solo por um conjunto de peneiras que tenham aberturas progressivamente menores.

A análise granulométrica é a faixa de tamanho das partículas presentes em um solo, expressa em porcentagem do peso total seco.

O procedimento para a realização do ensaio de granulometria é de acordo com a norma técnica NBR 7181/84.

Os resultados dos ensaios são apresentados da seguinte maneira:

- Planilhas de Cálculo Análise Granulométrica contendo as relações “% que passa” expressos em porcentagem vs diâmetro dos grãos;
- Curvas de Distribuição Granulométrica contendo os pares de valores, citados no item anterior, lançados em um gráfico que tem no eixo das ordenadas, em escala aritmética, os valores da porcentagem que passa; e no eixo das abscissas, em escala logarítmica, os valores dos diâmetros dos grãos;
- Indicação no gráfico de distribuição granulométrica a classificação dos diâmetros das partículas segundo a ABNT 6502 (1995).

4.2. Peso Específico dos Grãos

Neste ensaio o ar do solo é retirado através de bomba de vácuo. O valor de "g" é utilizado nos cálculos de análise granulométrica por sedimentação na determinação de relações volumétricas das fases do solo e como indicação da natureza mineralógica do solo ou de suas frações.

A massa específica real é numericamente igual à densidade do mineral que constitui os grãos e pode ser determinada facilmente por um picnômetro.

Os procedimentos para a realização dos ensaios são de acordo com a norma técnica NBR 6508/84.

Os resultados dos ensaios são apresentados em planilha de acompanhamento do ensaio, em conformidade com as normas da ABNT, contendo a média de pelo menos, duas determinações de massa específica consideradas satisfatórias e valor do teor de umidade.

5. RESULTADOS

Os resultados são apresentados nos quadros resumos abaixo.

5.1.1. Granulometria por Peneiramento e Sedimentação

Resultados:

Resultados:														
Registro Pátrol	Furo	Análise Granulométrica (%)												Material
		#1"	#3/8"	Nº 4	Nº 10	Nº 40	Nº 200	% P	% ΔG	% ΔM	% ΔF	% S	% A	
9992	AM 01	100	99,2	93,6	83,0	67,4	37,4	17,0	9,3	22,4	17,1	19,6	14,6	Areia Siltosa c/ Pedregulho

Onde:

%P = Porcentagem de Pedregulho;

% ΔG = Porcentagem de areia grossa;

% ΔM = Porcentagem de areia média;

% ΔF = Porcentagem de areia fina;

% S = Porcentagem de silte;

% A = Porcentagem de argila.

5.2. Massa Específica Real dos Grãos

Resultados:

Registro Patrol	Furo	Densidade Real (g/cm³)
9992	AM 01	2,642

6. ANEXOS

Anexo os resultados e fichas dos ensaios.

Atenciosamente,

Fernando César Tavares
Engenheiro Civil
Patrol Investigações Geotécnicas Ltda.
Telefone (31) 3462.0722

20.1. Resultado dos Ensaios de Geotecnia

Análise Granulométrica por Peneiramento e Sedimentação - NBR 7181/1984						
Interessado: Fahma Planejamento e Engenharia			Material: Areia Silteosa c/ Pedregulho		Data: 15/04/2016	
Obra: -			Furo: AM 01		Amostra: Deformada	
Local: -			Prof.: -		Registro: 2016. 9992	
Densímetro: DS 02 - (16569/13) VT						

UMIDADE HIGROSCÓPICA			
Cápsula no. (g.)	30	38	49
Solo úmido + tara (g.)	82,45	91,91	101,80
Solo seco + tara (g.)	82,10	91,48	101,33
Tara da cápsula (g.)	12,42	13,03	14,33
Água (g.)	0,35	0,43	0,47
Solo Seco (g.)	69,68	78,45	87,00
Teor de umidade (%)	0,5	0,5	0,5
Umidade Média (%)	0,5		

AMOSTRA TOTAL SECA	
Amostra Total Úmida (g)	680,01
Solo Seco retido na # 10 (g)	115,15
Solo Úmido passa na # 10 (g)	564,86
Solo Seco passa na # 10 (g)	561,88
Amostra Total Seca (g)	677,03

AMOSTRA PARCIAL SECA	
Amostra menor #10 úmida (g)	70,00
Amostra menor #10 seca (g)	69,63
Limite de Liquidez	-
Índice de Plasticidade	-

MASSA ESPECÍFICA REAL		
Picnômetro. nº	7	8
Temperatura (°C)	24,8	24,8
Pic. + água + solo (g)	652,38	646,35
Solo úmido (g)	50,00	50,00
Solo Seco (g)	49,74	49,74
Pic. + água (g)	621,50	615,30
Água Deslocada (g)	18,86	18,69
Teor de umidade (%)	0,5	
Massa Específica (H ₂ O)	0,9971	0,9971
Massa Específica Real	2,630	2,653
ρ [g/cm³]	2,642	

PENEIRAMENTO						
PENEIRAS		MATERIAL RETIDO			% QUE	
A.B.N.T.		Peso	P. acumul	%	PASSA amostra	Faixa
N.º	mm.	(gr.)	(gr.)	acumul	total	
4"	101,8					
3 1/2"	88,9					
3"	76,2					
2 1/2"	63,5					
2"	50,8					
1 1/2"	38,1					
1"	25,4					
3/4"	19					
1/2"	12,7					
3/8"	9,5	5,54	5,5	0,8	99,2	
1/4"	6,3	14,79	20,3	3,0	97,0	
4	4,8	23,00	43,3	6,4	93,6	
8	2,4					
10	2	71,82	115,2	17,0	83,0	
16	1,2	1,13	1,1	18,4	81,6	
30	0,6	6,70	7,8	26,3	73,7	
40	0,42	5,23	13,1	32,6	67,4	
60	0,25	9,79	22,9	44,2	55,8	
100	0,15	7,53	30,4	53,2	46,8	
200	0,075	7,88	38,3	62,6	37,4	

Densímetro n.º	02
----------------	----

% da amostra parcial = A x K x LC

$$K = \frac{\rho}{\rho - 1} = 1,009$$

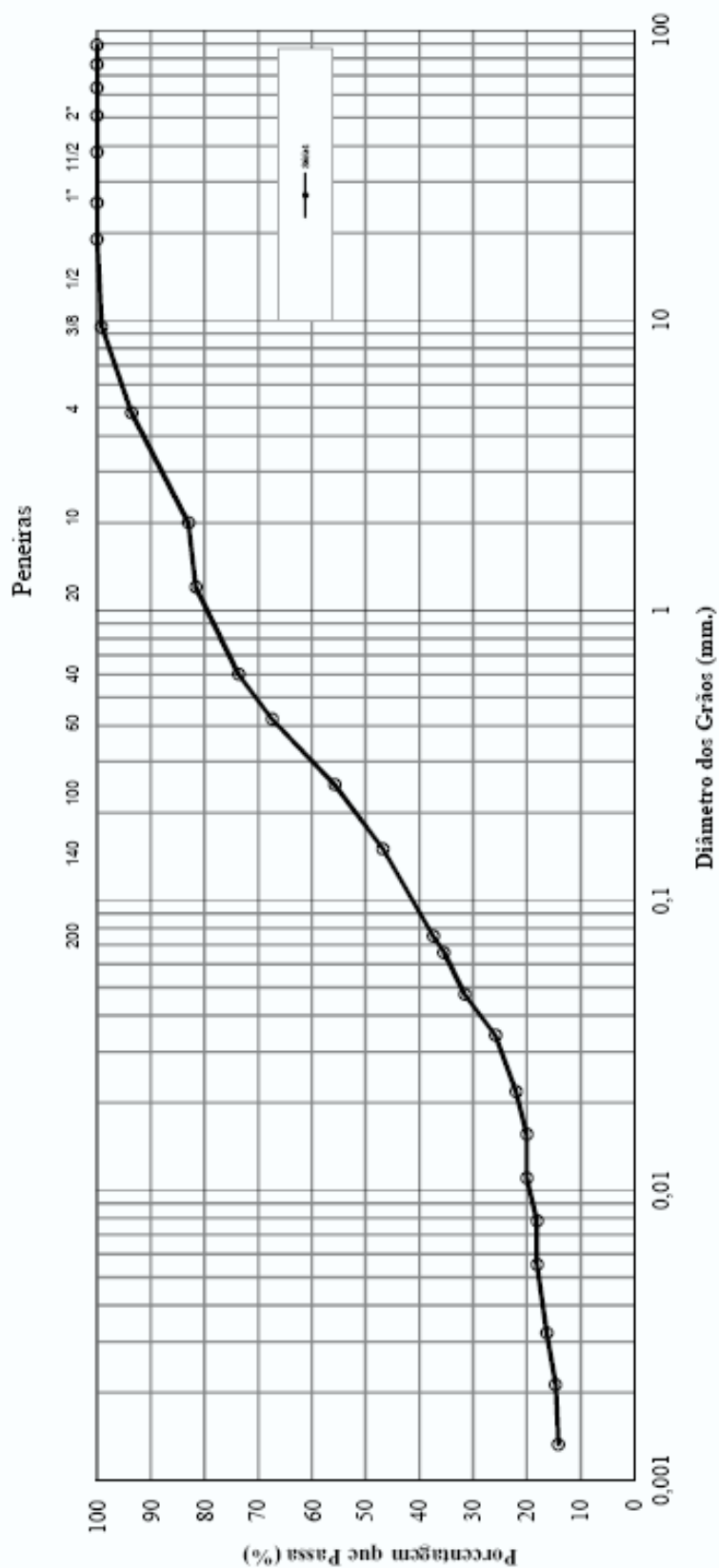
A =	0,0144
-----	--------

SEDIMENTAÇÃO COM DEFLOCULANTE												
Data	Temp. °C	Tempo min.	horário h	Leit. (L)	Correções			Leit. corrig.	Altura de Queda	% parcial	% total	f mm
					temperatura	menisco	defloculante					
12/04/2016	24,9	0,5	9:44	22,0	-2,0	0,5	-2,0	18,5	13,1	42,7	35,4	0,0860
12/04/2016	24,9	1	9:45	20,0	-2,0	0,5	-2,0	16,5	13,4	38,1	31,6	0,0473
12/04/2016	24,9	2	9:46	17,0	-2,0	0,5	-2,0	13,5	13,9	31,1	25,8	0,0341
12/04/2016	24,9	5	9:49	15,0	-2,0	0,5	-2,0	11,5	14,2	26,5	22,0	0,0219
12/04/2016	24,8	10	9:54	14,0	-2,1	0,5	-2,0	10,4	14,4	24,1	20,0	0,0156
12/04/2016	24,8	20	10:04	14,0	-2,1	0,5	-2,0	10,4	14,4	24,1	20,0	0,0110
12/04/2016	24,8	40	10:24	13,0	-2,1	0,5	-2,0	9,4	14,6	21,8	18,1	0,0078
12/04/2016	24,8	80	11:04	13,0	-2,1	0,5	-2,0	9,4	14,6	21,8	18,1	0,0055
12/04/2016	25,0	240	13:44	12,0	-2,0	0,5	-2,0	8,5	14,7	19,7	16,3	0,0032
12/04/2016	25,4	540	17:44	11,0	-1,9	0,5	-2,0	7,6	14,9	17,6	14,6	0,0021
13/04/2016	24,6	1440	9:44	11,0	-2,1	0,5	-2,0	7,4	14,9	17,0	14,1	0,0013

Tipo	Pedregulo	Areia Grossa	Areia Média	Areia Fina	Silte	Argila
% total	17,0	9,3	22,4	17,1	19,6	14,6
% total	17,0		48,8		19,6	14,6

Análise Granulométrica por Peneiramento e Sedimentação - NBR 7181/1984

Interessado:	Fahma Planejamento e Engenharia	Materia:	Areia Silteosa e Pedregulho	Data:	15/04/2016
Obra:	-	Furo:	AM 01	Amostra:	Deformada
Local:	-	Prof.:	-	Registro:	2016. 9992
Densímetro:	DS 02 - (16569/13) VT				



Massa Específica Real dos Grãos - NBR 6508/84

Interessado:	Fahma Planejamento e Eng.	Material:	Areia Siltosa c/ Pedregulho	Data:	14/04/2016
Obra:	-	Furo:	AM 01	Amostra:	Deformada
Local:	-	Prof.:	-	Registro:	2016.9992

DETERMINAÇÃO DA UMIDADE (%)

EXECUÇÃO DO ENSAIO			
Cápsula:	30	38	49
Cáp + sol + Água (g):	82,45	91,91	101,80
Cáp + solo (g):	82,10	91,48	101,33
Peso da cápsula (g):	12,42	13,03	14,33
Água (g):	0,35	0,43	0,47
Solo seco (g):	69,68	78,45	87,00
Umidade (%):	0,5	0,5	0,5
Média:	0,5		

MASSA ESPECÍFICA REAL DOS GRÃOS

EXECUÇÃO DO ENSAIO		
Picnômetro	7	8
Temperatura °C:	24,8	24,8
Picnômetro + água (g):	621,50	615,30
Solo úmido(g):	50,00	50,00
Solo seco (g):	49,74	49,74
Umidade (%)	0,5	0,5
Conjunto Pic + água + solo (g):	652,38	648,35
Água deslocada (g):	18,88	18,69
Massa Específica (H ₂ O):	0,9971	0,9971
Massa Específica Real (g/cm ³):	2,630	2,653
Média	2,642	

21. RESULTADOS DAS SONDAGENS

A seguir, será apresentada a metodologia para a execução das Sondagens. As sondagens foram executadas no local da ETE de Sento Sé, por equipe técnica especializada.



DELTA CONSULTORIA GEOLÓGICA E MINERAÇÃO LTDA
SONDAGENS PARA FUNDÇÕES, ENSAIOS GEOTÉCNICOS DE SOLOS,
CONTROLE TECNOLÓGICO DE CONCRETO, PESQUISA MINERAL.
FONE / FAX: 0XX 07 3864-3050
WWW.DELTAGEOLOGIA.COM.BR

RELATÓRIO DE SONDAGEM A PERCUSSÃO E A TRADO

CLIENTE: FAHMA Planejamento e
Engenharia LTDA.

OBRA: Construção de ETE

FOLHA
1/7



Sento Sé/BA
2016

200

1. INTRODUÇÃO

Entre os dias 29/03 a 01/04/2016 foram realizados serviços de sondagem a percussão e a trado em conformidade com as especificações e locações fornecidas pelo cliente, para a investigação geotécnica na área onde será instalada uma estação de tratamento de esgoto, no município de Sento Sé/BA.



Imagem. 01 – Localização dos pontos onde foram realizadas as sondagens a trado (ST-01 a ST-10) e a percussão (SP-01 a SP-05).



Imagem. 02 – Localização dos pontos onde foram realizadas as sondagens a trado (ST-09 a ST-25) e a percussão (SP-06).

2. NORMAS

NBR 9603 – Sondagem a Trado

NBR 6484 – Execução de sondagens de simples reconhecimento dos solos com SPT

3. SERVIÇOS EXECUTADOS

Foram executadas 06 sondagens a percussão, do SP-01 ao SP-06, e 25 furos de sondagem a trado, do ST-01 ao ST-25.

3.1 Critério De Paralisação

Os furos da sondagem a percussão devem foram paralisados ao atingirem a profundidade de 5,00m enquanto os da sondagem a trado não ultrapassaram 2,00m, conforme especificação do cliente.

4. SONDAGEM

4.1 Metodologia Aplicada

4.1.1 Método de perfuração a percussão

A sondagem foi iniciada com emprego do trado concha diâmetro de 102 mm.

A sondagem foi executada de acordo com o método de ensaio SPT (Standard Penetration Test), cujo procedimento seguiu as seguintes diretrizes: montou-se um tripé com um conjunto de roldanas e cordas. Na base do furo apoiou-se o amostrador padrão, com diâmetro interno de 34,9mm e externo de 50,8mm respectivamente, acoplado a hastes de perfuração. Marcou-se na haste, com giz, um segmento de 0,45m dividido em trechos iguais de 0,15m. A cada metro, a contar da superfície, foram executados ensaios de penetração, expresso pelo "N" número de golpes de um peso de

65,0Kg caindo de uma altura de 0,75m, sobre tal haste, de onde é retirada a amostra do intervalo penetrado, para a descrição litológica, esse procedimento é repetido até que o amostrador penetre 0,45m do solo. A soma do número de golpes necessários para a penetração do amostrador nos últimos 30 cm é o que dá o índice de resistência do solo na profundidade ensaiado.

4.1.2 Método de perfuração sondagem a trado

A sondagem foi iniciada com o trado cavadeira, utilizando a ponteira para a desagregação do terreno, nos casos em que o terreno se encontrava duro ou compacto, e sempre que necessário. Assim que a sondagem com o trado cavadeira tornou-se difícil, foi utilizado o trado helicoidal. Em seguida o material foi retirado e depositado à sombra sobre uma lona, evitando assim a contaminação com o solo superficial do terreno ou a diminuição excessiva da umidade. Feito isso, o material foi agrupado conforme sua profundidade a cada metro perfurado, sendo observada a mudança das características do terreno, ao longo do trecho perfurado. Cada tipo de material foi separado com as indicações de início e término de cada material amostrado. Ao perceber que o avanço com o trado se tornou difícil, foi verificada a possibilidade de se tratar de um cascalho, matacão ou rocha, sendo confirmada a existência de cascalho foi feita uma tentativa de avanço usando uma ponteira.

A sondagem foi paralisada diante dos seguintes casos: atingiu a profundidade especificada pelo cliente; quando houve desmoronamento das paredes do furo ou quando o avanço por trado ou ponteira foi inferior a 50mm em 10 minutos de operação contínua.

4.2 Análise Geológico-Geotécnica

Nenhuma das sondagens atingiu a profundidade especificada em projeto, tendo os furos feitos a trado impenetrando entre 0,14m a 1,80m; enquanto os furos a percussão atingiram o impenetrável em profundidades variando de 2,30m a 4,08m. Os furos foram divididos em quatro (04) grupos: o primeiro composto pelos furos, próximos às caixas e

em área de aterro, ST-01, 02, 03, 05, 06 e do SP-01 ao SP-05; o segundo em área sem a presença de aterro, sendo 05 sondagens ST-04, 07, 08, 09 e 10; o terceiro formado pelos 07 furos a trado (ST-11, 12, 15, 18, 19, 20 e 25) localizados ao redor das estruturas das lagoas de estabilização e o furo SP-06; e o quarto grupo constituído pelas 08 sondagens realizadas no leito das lagoas (ST-13, 14, 16, 17, 21, 22, 23 e 24).

- Grupo 01

Do ponto de vista geológico geotécnico os furos desse grupo apresentam composição relativamente homogênea entre si.

Nas sondagens a trado, os furos ST-02, 03, 05 e 06 são formados por aterro; todos os furos são compostos integralmente por areia fina siltosa, siltoargilosa no caso do ST-6, com cor variando de marrom a marrom avermelhado, e com presença de pedregulhos, tanto de rocha quanto laterítico.

Nas sondagens a percussão, os furos iniciam em aterro formado por camadas de areia fina siltosa, com cor variando de marrom a variegada, com pedregulhos e presença de blocos de rocha na superfície, sendo que no primeiro metro foi realizada a tentativa de avançar com o trado, no entanto impenetrando em seguida o método de avanço foi substituído pelo de circulação com água, com exceção do SP-01. Na sequência, impenetram em produto de alteração de rocha, apresentando rocha alterada na base.

Foi realizado no SP-01 o ensaio de lavagem por tempo para confirmação da impenetrabilidade.

- Grupo 02

Nas sondagens a trado, os furos ST-04, 07 e 08 são compostos integralmente por areia fina siltosa, com pedregulhos, cor marrom; nas ST-09 e 10 areno siltoargilosa, cor vermelha, e com presença de pedregulhos, tanto de quartzo quanto laterítico.

- Grupo 03

Do ponto de vista geológico geotécnico os furos desse grupo apresentam composição relativamente homogênea entre si.

Nas sondagens a trado todos os furos foram realizados em aterro, sendo composto por camadas de areia fina siltosa, por vezes siltoargilosa, de cor marrom, com presença de pedregulhos, tanto de rocha quanto laterítico, nos primeiros centímetros.

A sondagem SP-06 é composta no primeiro metro por aterro de areia siltosa marrom, com pedregulhos lateríticos. Em seguida, atravessa camada de areia siltoargilosa, de cor marrom com presença de concreções ferruginosas e manchas amareladas (goetita), provável produto de alteração de rocha, e atinge o impenetrável.

No primeiro metro da SP-06 foi realizada a tentativa de avançar com o trado, no entanto impenetrou; em seguida o método de avanço foi substituído pelo de circulação com água.

- Grupo 04

Do ponto de vista geológico geotécnico os furos desse grupo apresentam composição relativamente homogênea entre si.

Os furos iniciam em camadas de areia fina argilosa, por vezes argilossiltosa ou siltoargilosa, de cor variando entre marrom e marrom avermelhado, com manchas oxidadas/concreções ferruginosas nos furos ST-16 e ST-17, e presença de pedregulhos.

4.3 Medidas do Nível D'água

No que se refere à medida de nível de água, foram realizadas medidas referente há 24 horas após a conclusão do furo, com valores variando de 1,30m e 2,20m nos furos SP-01 e 03, respectivamente.

Não foi possível a realização de medidas após 24h de realização do ensaio SPT no SP-02, devido ao colapso e consequente fechamento do furo, o que indica que, provavelmente, houve uma elevação do N.A. que provocou a instabilidade do solo areno siltoso que forma as paredes do furo, levando a obstrução dele. O furo havia sido esgotado, após execução da sondagem, em 1,78m de profundidade.

Os demais furos não apresentam N.A.

5. ANEXOS

Em anexo apresentam-se os perfis individuais das sondagens à percussão e trado executadas, com a discriminação da natureza do subsolo e demais elementos inerentes ao processo utilizado na execução do serviço.

Delta Consultoria Geológica e Mineração Ltda.		0008/16
Sondagem de Reconhecimento a Percussão		SP-01
Cliente: Fahma Planejamento e Engenharia Ltda Obra: Estação de Tratamento de Esgoto Local: - - Santo Sé-BA		Página 1/1 Data 29/03/2016 29/03/2016

Ø Amostrador	Externo: 2"	Altura de queda: 75 cm	Cota da boca do furo: 0,00 m	Avanço por Circulação de Água			
	Interno: 1½"	Peso (PP): 65 kgf	Revestimento: 1,10 m	Início	10 min	20 min	30 min
Ø Revestimento (Rev.): 2½"		Escala vertical: 1:100	Nível d'água (N.A.): 1,30 m	2,76 m	0,0 cm	0,0 cm	0,0 cm
Perfuração: CA-Circulação de Água TC-Trado Concha				Coordenadas: N 8.921.943,00 m; E 165.079,00 m; F 24			

[illegible]

Avenida Cardoso de Sá, 60, Vila Eduardo, Petrolina-PE, CEP: 58328-585 Resp. Técnico
(87)3864-3068 www.deltageologia.com.br delta@deltageologia.com.br Munio Alves Silva de Oliveira
Geólogo - CREA BA 74432

SP-01		
		Amostra não recuperada
Amostra 01 (0,00m a 0,45m)	Amostra 02 (1,00m a 1,45m)	
Amostra 03		

SP-01

Amostra 04 (2,70m a 2,78m)



Delta Consultoria Geológica e Mineração Ltda. 0008/16

Sondagem de Reconhecimento a Percussão

SP-02

Cliente: Fahma Planejamento e Engenharia Ltda

Obra: Estação de Tratamento de Esgoto

Local: -, -, Sento Sé-BA

Página 1/1

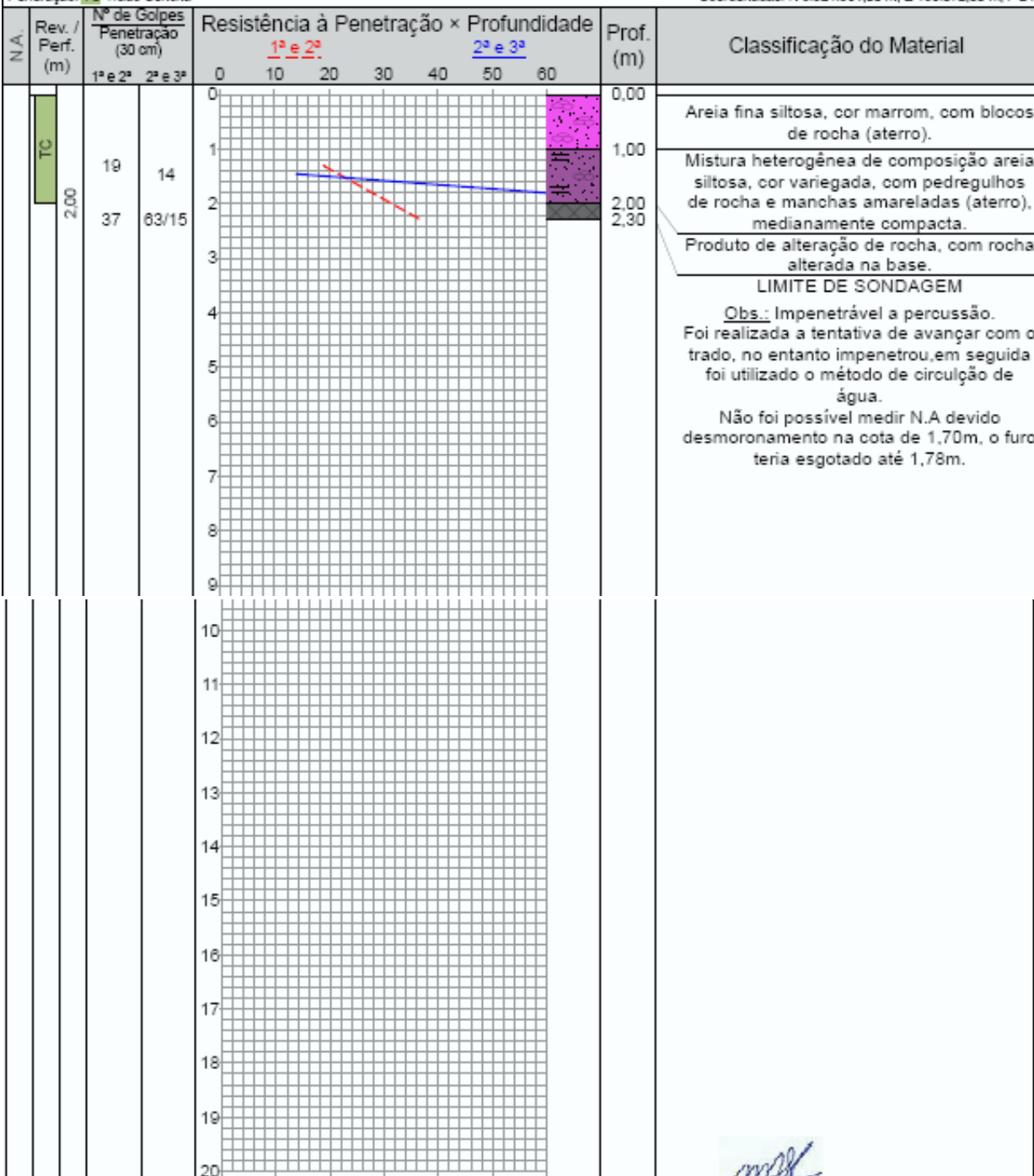
Data 30/03/2016

30/03/2016

Amostrador	Externo: 2"	Altura de queda: 75 cm	Cota da boca do furo: 0,00 m	Avanço por Circulação de Água			
	Interno: 1 1/4"	Peso (PP): 65 kgf	Revestimento: 0,00 m	Início	10 min	20 min	30 min
Revestimento (Rev.):	2 1/2"	Escala vertical: 1:100	Nível d'água (N.A.): Ausente	-	-	-	-

Perfuração: TC-Trado Concha




Coordenadas: N 8.921.961,00 m; E 185.072,00 m; F 24


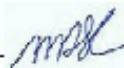





Avenida Cardoso de Sá, 60, Vila Eduardo, Petrolina-PE, CEP: 58328-585
(87)3864-3068 www.deltageologia.com.br delta@deltageologia.com.br



Resp. Técnico




Munio Alves Silva de Oliveira
Geólogo - CREA BA 74432



SP-02		
		
Amostra 01 (0,00m a 1,00m)	Amostra 02 (1,00m a 1,45m)	Amostra 03 (2,00m a 2,45m)




	Delta Consultoria Geológica e Mineração Ltda.		0008/16									
	Sondagem de Reconhecimento a Percussão		SP-03									
	Cliente: Fahma Planejamento e Engenharia Ltda Obra: Estação de Tratamento de Esgoto Local: -, -, Sento Sé-BA		Página 1/1 Data 30/03/2016 30/03/2016									
Amostrador Externo: 2" Interno: 1 1/4" Revestimento (Rev.): 2 1/2"	Altura de queda: 75 cm Peso (PP): 65 kgf Escala vertical: 1:100	Cota da boca do furo: 0,00 m Revestimento: 0,00 m Nível d'água (N.A.): 2,20 m	Avanço por Circulação de Água <table border="1"> <tr> <th>Início</th> <th>10 min</th> <th>20 min</th> <th>30 min</th> </tr> <tr> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> </table>		Início	10 min	20 min	30 min	-	-	-	-
Início	10 min	20 min	30 min									
-	-	-	-									
Perfuração: CA-Circulação de Água		Coordenadas: N 8.921.970,00 m; E 185.046,00 m; F 24										
N.A.	Rev. / Perf. (m)	Nº de Golpes Penetração (30 cm) 1ª e 2ª 2ª e 3ª		Resistência à Penetração × Profundidade 1ª e 2ª 2ª e 3ª								
30/03/2016	CA	12	9	0,00								
	3,45	4	4	1,00								
		32	58	2,00								
		67/22	34/7	2,40								
				3,67								
				4								
				5								
				6								
				7								
				8								
				9								
				10								
				11								
				12								
				13								
				14								
				15								
				16								
				17								
				18								
				19								
				20								
Avenida Cardoso de Sá, 60, Vila Eduardo, Petrolina-PE, CEP: 58328-585 (87)3864-3068 www.deltageologia.com.br delta@deltageologia.com.br		Resp. Técnico  Munio Alves Silva de Oliveira Geólogo - CREA BA 74432										

SP-03		
		
Amostra 01 (0,00m a 0,45m)	Amostra 02 (1,00m a 1,45m)	Amostra 03 (2,00m a 2,45m)

SP-03	
	
Amostra 04 (3,00m a 3,45m)	Amostra 05 (3,45m a 3,67m)




SP-04		
		
Amostra 01 (0,00m a 1,00m)	Amostra 02 (1,00m a 1,45m)	Amostra 03 (2,00m a 2,45m)



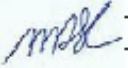
SP-04	
	
Amostra 04 (3,00m a 3,45m)	Amostra 05 (4,00m a 4,08m)

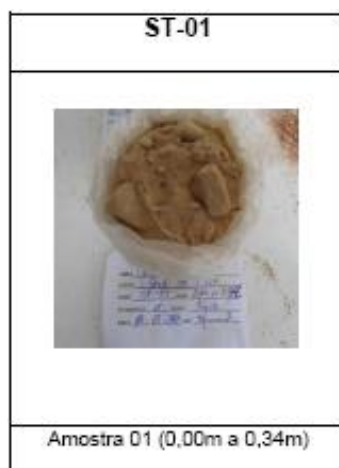
SP-05		
		
Amostra 01 (0,00m a 1,00m)	Amostra 02 (1,00m a 1,45m)	Amostra 03 (2,00m a 2,45m)


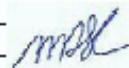
SP-05

Amostra 04 (2,85m a 3,05m)

SP-06		
		
Amostra 01 (0,00m a 1,00m)	Amostra 02 (1,00m a 1,45m)	Amostra 03 (2,00m a 2,37m)

	Delta Consultoria Geológica e Mineração Ltda.		0008/16								
	Sondagem de Reconhecimento a Trado		ST-01								
	Cliente: Fahma Planejamento e Engenharia Ltda Obra: Estação de Tratamento de Esgoto Local: -, -, Sento Sé-BA		Página 1/1 Data 31/03/2016 31/03/2016								
Escala vertical: 1:100		Cota da boca do furo: 0,00 m Revestimento: 0,00 m Nível d'água (N.A.): Ausente	Avanço por Trado <table border="1"> <tr> <th>Início</th> <th>10 min</th> <th>20 min</th> <th>30 min</th> </tr> <tr> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> </table>	Início	10 min	20 min	30 min	-	-	-	-
Início	10 min	20 min	30 min								
-	-	-	-								
Perfuração: TC-Trado Concha		Coordenadas: N 8.921.927,00 m; E 185.091,00 m; F 24									
N.A.	Rev. / Perf. (m)	Dificuldade	Perfil	Prof. (m)	Classificação do Material						
	TC 0,34	M		0,00 0,34	Areia fina silteosa, cor bege, com blocos de rocha. LIMITE DE SONDAAGEM Obs.: Impenetrável ao trado-concha. Furo executado fora da camada de aterro.						
Grau de dificuldade: [F]-Fácil [M]-Médio [D]-Difícil											
Avenida Cardoso de Sá, 60, Vila Eduardo, Petrolina-PE, CEP: 58328-585 (87)3864-3068 www.deltageologia.com.br delta@deltageologia.com.br					Resp. Técnico  Munio Alves Silva de Oliveira Geólogo - CREA BA 74432						



	Delta Consultoria Geológica e Mineração Ltda.		0008/16									
	Sondagem de Reconhecimento a Trado		ST-02									
	Cliente: Fahma Planejamento e Engenharia Ltda Obra: Estação de Tratamento de Esgoto Local: -, -, Sento Sé-BA		Página 1/1 Data 31/03/2016 31/03/2016									
Escala vertical: 1:100		Cota da boca do furo: 0,00 m Revestimento: 0,00 m Nível d'água (N.A.): Ausente	Avanço por Trado <table border="1"> <tr> <th>Início</th> <th>10 min</th> <th>20 min</th> <th>30 min</th> </tr> <tr> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> </table>		Início	10 min	20 min	30 min	-	-	-	-
Início	10 min	20 min	30 min									
-	-	-	-									
Perfuração: TC-Trado Concha		Coordenadas: N 8.921.949,00 m; E 165.059,00 m; F 24										
N.A.	Rev. / Perf. (m)	Dificuldade	Perfil	Prof. (m)	Classificação do Material							
	TC 0,36	M		0,00 0,36	Areia fina siltosa, cor marrom, com pedregulhos de rocha e laterítico. LIMITE DE SONDAAGEM <u>Obs.:</u> Impenetrável ao trado-concha. Furo executado em cima da camada de aterro.							
Grau de dificuldade: [F]-Fácil [M]-Médio [D]-Difícil												
Avenida Cardoso de Sá, 60, Vila Eduardo, Petrolina-PE, CEP: 58328-585 (87)3864-3068 www.deltageologia.com.br delta@deltageologia.com.br		Resp. Técnico  Munio Alves Silva de Oliveira Geólogo - CREA BA 74432										


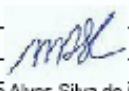


DELBONI ENGENHARIA: Rua Guajaras, 910 – Sl.1002 – Belo Horizonte/MG – Fone (31) 30724115


FAHMA: Rua Paulo Afonso, 333 - Santo Antônio - Fone (31) 3245-0388 - Fax: (31) 3245-0398 - Belo Horizonte/MG

	Delta Consultoria Geológica e Mineração Ltda.		0008/16										
	Sondagem de Reconhecimento a Trado		ST-03										
	Cliente: Fahma Planejamento e Engenharia Ltda Obra: Estação de Tratamento de Esgoto Local: -, -, Sento Sé-BA		Página 1/1 Data 31/03/2016 31/03/2016										
Escala vertical: 1:100		Cota da boca do furo: 0,00 m Revestimento: 0,00 m Nível d'água (N.A.): Ausente	Avanço por Trado <table border="1"> <tr> <th>Início</th> <th>10 min</th> <th>20 min</th> <th>30 min</th> </tr> <tr> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> </table>			Início	10 min	20 min	30 min	-	-	-	-
Início	10 min	20 min	30 min										
-	-	-	-										
Perfuração: TC-Trado Concha		Coordenadas: N 8.921.964,00 m; E 185.055,00 m; F 24											
N.A.	Rev. / Perf. (m)	Dificuldade	Perfil	Prof. (m)	Classificação do Material								
	TC 0,60	M		0,00 0,60	Areia fina siltosa, cor marrom, com pedregulhos de rocha e laterítico (aterro). LIMITE DE SONDAAGEM <u>Obs.:</u> Impenetrável ao trado-concha. Furo executado em cima da camada de aterro.								
Grau de dificuldade: [F]-Fácil [M]-Médio [D]-Difícil													
Avenida Cardoso de Sá, 60, Vila Eduardo, Petrolina-PE, CEP: 58328-585 (87)3864-3068 www.deltageologia.com.br delta@deltageologia.com.br		Resp. Técnico  Munio Alves Silva de Oliveira Geólogo - CREA BA 74432											


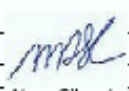


	Delta Consultoria Geológica e Mineração Ltda.		0008/16			
	Sondagem de Reconhecimento a Trado		ST-04			
	Cliente: Fahma Planejamento e Engenharia Ltda Obra: Estação de Tratamento de Esgoto Local: -, -, Sento Sé-BA		Página 1/1 Data 31/03/2016 31/03/2016			
Escala vertical: 1:100		Cota da boca do furo: 0,00 m	Avanço por Trado			
		Revestimento: 0,00 m	Início	10 min	20 min	30 min
		Nível d'água (N.A.): Ausente	-	-	-	-
Perfuração: TC-Trado Concha			Coordenadas: N 8.921.987,00 m; E 185.051,00 m; F 24			
N.A.	Rev. / Perf. (m)	Dificuldade	Perfil	Prof. (m)	Classificação do Material	
	TC 0,32	M		0,00 0,32	Areia fina siltosa, cor marrom, com pedregulhos. LIMITE DE SONDAÇÃO Obs.: Impenetrável ao trado-concha. Furo executado fora da camada de aterro.	
Grau de dificuldade: [F]-Fácil [M]-Médio [D]-Difícil						
Avenida Cardoso de Sá, 60, Vila Eduardo, Petrolina-PE, CEP: 58328-585 (87)3864-3068 www.deltageologia.com.br delta@deltageologia.com.br			Resp. Técnico  Munio Alves Silva de Oliveira Geólogo - CREA BA 74432			


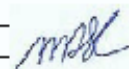


	Delta Consultoria Geológica e Mineração Ltda.		0008/16		
	Sondagem de Reconhecimento a Trado		ST-05		
	Cliente: Fahma Planejamento e Engenharia Ltda Obra: Estação de Tratamento de Esgoto Local: -, -, Sento Sé-BA		Página 1/1 Data 31/03/2016 31/03/2016		
Escala vertical: 1:100		Cota da boca do furo: 0,00 m	Avanço por Trado		
		Revestimento: 0,00 m	Início	10 min	20 min
		Nível d'água (N.A.): Ausente	-	-	-
Perfuração: TC-Trado Concha		Coordenadas: N 8.921.975,00 m; E 185.073,00 m; F 24			
N.A.	Rev. / Perf. (m)	Dificuldade	Perfil	Prof. (m)	Classificação do Material
	TC	0,62	M	0,00	Areia fina siltsosa, cor marrom, com pedregulhos de rocha e laterítico (aterro). LIMITE DE SONDAAGEM Obs.: Impenetrável ao trado-concha. Furo executado em cima da camada de aterro.
				0,62	
Grau de dificuldade: [F]-Fácil [M]-Médio [D]-Difícil					
Avenida Cardoso de Sá, 60, Vila Eduardo, Petrolina-PE, CEP: 58328-585 (87)3864-3068 www.deltageologia.com.br delta@deltageologia.com.br			Resp. Técnico  Munilo Alves Silva de Oliveira Geólogo - CREA BA 74432		


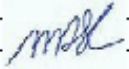


	Delta Consultoria Geológica e Mineração Ltda.		0008/16		
	Sondagem de Reconhecimento a Trado		ST-06		
	Cliente: Fahma Planejamento e Engenharia Ltda Obra: Estação de Tratamento de Esgoto Local: -, -, Sento Sé-BA		Página 1/1 Data 31/03/2016 31/03/2016		
Escala vertical: 1:100		Cota da boca do furo: 0,00 m	Avanço por Trado		
		Revestimento: 0,00 m	Início	10 min	20 min
		Nível d'água (N.A.): Ausente	-	-	-
Perfuração: TC-Trado Concha			Coordenadas: N 8.921.959,00 m; E 185.083,00 m; F 24		
NA	Rev. / Perf. (m)	Dificuldade	Perfil	Prof. (m)	Classificação do Material
	TC	0,55	M	0,00	Areia silto-argilosa, cor vermelha, com pedregulhos lateríticos (aterro).
				0,55	
					LIMITE DE SONDAAGEM <u>Obs.:</u> Impenetrável ao trado-concha. Furo executado em cima da camada de aterro.
Grau de dificuldade: [F]-Fácil [M]-Médio [D]-Difícil					
Avenida Cardoso de Sá, 60, Vila Eduardo, Petrolina-PE, CEP: 58328-585 (87)3864-3068 www.deltageologia.com.br delta@deltageologia.com.br			Resp. Técnico  Murilo Alves Silva de Oliveira Geólogo - CREA BA 74432		


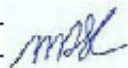


	Delta Consultoria Geológica e Mineração Ltda.		0008/16									
	Sondagem de Reconhecimento a Trado			ST-07								
	Cliente: Fahma Planejamento e Engenharia Ltda Obra: Estação de Tratamento de Esgoto Local: -, Sento Sé-BA			Página 1/1 Data 31/03/2016 31/03/2016								
Escala vertical: 1:100		Cota da boca do furo: 0,00 m Revestimento: 0,00 m Nível d'água (N.A.): Ausente	Avanço por Trado <table border="1"> <tr> <th>Início</th> <th>10 min</th> <th>20 min</th> <th>30 min</th> </tr> <tr> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> </table>		Início	10 min	20 min	30 min	-	-	-	-
Início	10 min	20 min	30 min									
-	-	-	-									
Perfuração: TC-Trado Concha		Coordenadas: N 8.921.963,00 m; E 185.099,00 m; F 24										
N.A.	Rev. / Perf. (m)	Dificuldade	Perfil	Prof. (m)	Classificação do Material							
	0,24	M		0,00 0,24	Areia fina siltosa, cor marrom, com pedregulhos de rocha e lateríticos. LIMITE DE SONDAAGEM <u>Obs.:</u> Impenetrável ao trado-concha. Furo executado fora da camada de aterro.							
Grau de dificuldade: [F]-Fácil [M]-Médio [D]-Difícil Avenida Cardoso de Sá, 60, Vila Eduardo, Petrolina-PE, CEP: 58328-585 (87)3864-3068 www.deltageologia.com.br delta@deltageologia.com.br												
					Resp. Técnico  Murilo Alves Silva de Oliveira Geólogo - CREA BA 74432							





	Delta Consultoria Geológica e Mineração Ltda.		0008/16			
	Sondagem de Reconhecimento a Trado		ST-08			
	Cliente: Fahma Planejamento e Engenharia Ltda Obra: Estação de Tratamento de Esgoto Local: -, -, Sento Sé-BA		Página 1/1 Data 31/03/2016 31/03/2016			
Escala vertical: 1:100		Cota da boca do furo: 0,00 m	Avanço por Trado			
		Revestimento: 0,00 m	Início	10 min	20 min	30 min
		Nível d'água (N.A.): Ausente	-	-	-	-
Perfuração: TC-Trado Concha			Coordenadas: N 8.921.985,00 m; E 185.079,00 m; F 24			
N.A.	Rev. / Perf. (m)	Dificuldade	Perfil	Prof. (m)	Classificação do Material	
	TC 0,29	M		0,00 0,29	Areia fina siltosa, cor marrom, com pedregulhos de rocha e lateríticos. LIMITE DE SONDAAGEM Obs.: Impenetrável ao trado-concha. Furo executado fora da camada de aterro.	
Grau de dificuldade: [F]-Fácil [M]-Médio [D]-Difícil Avenida Cardoso de Sá, 60, Vila Eduardo, Petrolina-PE, CEP: 58328-585 (87)3864-3068 www.deltageologia.com.br delta@deltageologia.com.br						
			Resp. Técnico  Munilo Alves Silva de Oliveira Geólogo - CREA BA 74432			








	Delta Consultoria Geológica e Mineração Ltda.		0008/16		
	Sondagem de Reconhecimento a Trado		ST-09		
	Cliente: Fahma Planejamento e Engenharia Ltda Obra: Estação de Tratamento de Esgoto Local: -, -, Sento Sé-BA		Página 1/1 Data 01/04/2016 01/04/2016		
Escala vertical: 1:100		Cota da boca do furo: 0,00 m	Avanço por Trado		
		Revestimento: 0,00 m	Início	10 min	20 min
		Nível d'água (N.A.): Ausente	-	-	-
Perfuração: TC-Trado Concha		Coordenadas: N 8.921.991,00 m; E 185.174,00 m; F 24			
N.A.	Rev. / Perf. (m)	Dificuldade	Perfil	Prof. (m)	Classificação do Material
	TC	0,63	M	0,00	Areia siltoargilosa, cor vermelha, com pedregulhos lateríticos. LIMITE DE SONDAGEM Obs.: Impenetrável ao trado-concha. Furo executado fora da camada de aterro.
				0,63	
Grau de dificuldade: [F]-Fácil [M]-Médio [D]-Difícil Avenida Cardoso de Sá, 60, Vila Eduardo, Petrolina-PE, CEP: 58328-585 (87)3864-3068 www.deltageologia.com.br delta@deltageologia.com.br					
			Resp. Técnico  Murilo Alves Silva de Oliveira Geólogo - CREA BA 74432		








	Delta Consultoria Geológica e Mineração Ltda.		0008/16									
	Sondagem de Reconhecimento a Trado			ST-10								
	Cliente: Fahma Planejamento e Engenharia Ltda Obra: Estação de Tratamento de Esgoto Local: -, -, Sento Sé-BA			Pagina 1/1 Data 01/04/2016 01/04/2016								
Escala vertical: 1:100		Cota da boca do furo: 0,00 m Revestimento: 0,00 m Nível d'água (N.A.): Ausente	Avanço por Trado <table border="1"> <tr> <th>Início</th> <th>10 min</th> <th>20 min</th> <th>30 min</th> </tr> <tr> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> </table>		Início	10 min	20 min	30 min	-	-	-	-
Início	10 min	20 min	30 min									
-	-	-	-									
Perfuração: TC-Trado Concha		Coordenadas: N 8.922.002,00 m; E 182.116,00 m; F 24										
N.A.	Rev. / Perf. (m)	Dificuldade	Perfil	Prof. (m)	Classificação do Material							
	0,24	M		0,00 0,24	Areia siltoargilosa, cor vermelha, com pedregulhos lateríticos e quartzo. LIMITE DE SONDAAGEM Obs.: Impenetrável ao trado-concha. Furo executado fora da camada de aterro.							
Grau de dificuldade: [F]-Fácil [M]-Médio [D]-Difícil Avenida Cardoso de Sá, 60, Vila Eduardo, Petrolina-PE, CEP: 58328-585 (87)3864-3068 www.deltageologia.com.br delta@deltageologia.com.br												
					Resp. Técnico  Murilo Alves Silva de Oliveira Geólogo - CREA BA 74432							


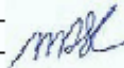




	Delta Consultoria Geológica e Mineração Ltda.		0008/16			
	Sondagem de Reconhecimento a Trado		ST-11			
	Cliente: Fahma Planejamento e Engenharia Ltda Obra: Estação de Tratamento de Esgoto Local: -, -, Sento Sé-BA		Página 1/1 Data 01/04/2018 01/04/2018			
Escala vertical: 1:100		Cota da boca do furo: 0,00 m	Avanço por Trado			
		Revestimento: 0,00 m	Início	10 min	20 min	30 min
		Nível d'água (N.A.): Ausente	-	-	-	-
Perfuração: TC-Trado Concha		Coordenadas: N 8.922.006,00 m; E 185.192,00 m; F 24				
N.A.	Rev. / Perf. (m)	Dificuldade	Perfil	Prof. (m)	Classificação do Material	
				0,00		
		M		0,20	Areia fina siltosa, cor marrom, com pedregulhos de rocha e lateríticos (aterro).	
		M		0,91	Areia fina siltosa, cor amarelada.	
		M		1,80	Areia siltoargilosa, cor vermelha, com pedregulhos lateríticos.	
					LIMITE DE SONDAGEM Obs.: Impenetrável ao trado-concha. Furo executado em cima da camada de aterro. De 0,00m a 1,80m aterro. De 0,91m a 1,80m terreno úmido.	
Grau de dificuldade: [F]-Fácil [M]-Médio [D]-Difícil Avenida Cardoso de Sá, 60, Vila Eduardo, Petrolina-PE, CEP: 58328-585 (87)3864-3068 www.deltageologia.com.br delta@deltageologia.com.br						
					Resp. Técnico  Murilo Alves Silva de Oliveira Geólogo - CREA BA 74432	


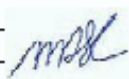
ST-11		
		
Amostra 01 (0,00m a 0,20m)	Amostra 02 (0,20m a 0,91m)	Amostra 03 (0,91m a 1,80m)

	Delta Consultoria Geológica e Mineração Ltda.		0008/16									
	Sondagem de Reconhecimento a Trado			ST-13								
	Cliente: Fahma Planejamento e Engenharia Ltda Obra: Estação de Tratamento de Esgoto Local: -, -, Sento Sé-BA			Página 1/1 Data 01/04/2016 01/04/2016								
Escala vertical: 1:100		Cota da boca do furo: 0,00 m Revestimento: 0,00 m Nível d'água (N.A.): Ausente	Avanço por Trado <table border="1"> <tr> <th>Início</th> <th>10 min</th> <th>20 min</th> <th>30 min</th> </tr> <tr> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> </table>		Início	10 min	20 min	30 min	-	-	-	-
Início	10 min	20 min	30 min									
-	-	-	-									
Perfuração: TC-Trado Concha		Coordenadas: N 8.922.004,00 m; E 185.222,00 m; F 24										
N.A.	Rev. / Perf. (m)	Dificuldade	Perfil	Prof. (m)								
	0,70	M		0,00 0,25 0,70								
Classificação do Material Areia argilossiltosa, cor marrom. Areia siltoargilosa, cor vermelha, com pedregulhos lateríticos. LIMITE DE SONDAAGEM Obs.: Impenetrável ao trado-concha. Furo executado dentro da lagoa de estabilização. De 0,25m a 0,70m terreno úmido.												
Grau de dificuldade: [F]-Fácil [M]-Médio [D]-Difícil Avenida Cardoso de Sá, 60, Vila Eduardo, Petrolina-PE, CEP: 58328-585 (87)3864-3068 www.deltageologia.com.br delta@deltageologia.com.br												
Resp. Técnico  Murilo Alves Silva de Oliveira Geólogo - CREA BA 74432												

ST-13	
	
Amostra 01 (0,00m a 0,25m)	Amostra 02 (0,25m a 0,70m)

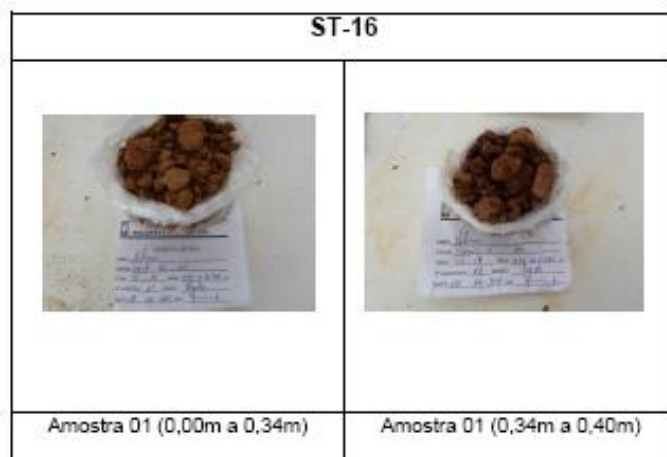
	Delta Consultoria Geológica e Mineração Ltda.		0008/16								
	Sondagem de Reconhecimento a Trado		ST-14								
	Cliente: Fahma Planejamento e Engenharia Ltda Obra: Estação de Tratamento de Esgoto Local: -, -, Sento Sé-BA		Página 1/1 Data 01/04/2018 01/04/2018								
Escala vertical: 1:100		Cota da boca do furo: 0,00 m Revestimento: 0,00 m Nível d'água (N.A.): Ausente	Avanço por Trado <table border="1"> <tr> <th>Início</th> <th>10 min</th> <th>20 min</th> <th>30 min</th> </tr> <tr> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> </table>	Início	10 min	20 min	30 min	-	-	-	-
Início	10 min	20 min	30 min								
-	-	-	-								
Perfuração: TC-Trado Concha		Coordenadas: N 8.922.052,00 m; E 185.184,00 m; F 24									
N.A.	Rev. / Perf. (m)	Dificuldade	Perfil	Prof. (m)	Classificação do Material						
	TC	M	M	0,00	Areia fina siltoargilosa, cor marrom, com manchas oxidadas. Areia siltoargilosa, cor marrom avermelhada, com pedregulhos lateríticos. LIMITE DE SONDAAGEM <u>Obs.:</u> Impenetrável ao trado-concha. Furo executado dentro da lagoa de estabilização. De 0,30m a 0,90m terreno úmido.						
	0,90	M	M	0,80							
				0,90							
Grau de dificuldade: [F]-Fácil [M]-Médio [D]-Difícil Avenida Cardoso de Sá, 60, Vila Eduardo, Petrolina-PE, CEP: 58328-585 (87)3864-3068 www.deltageologia.com.br delta@deltageologia.com.br											
					Resp. Técnico  Munio Alves Silva de Oliveira Geólogo - CREA BA 74432						




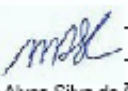
ST-14	
	
Amostra 01 (0,00m a 0,80m)	Amostra 02 (0,80m a 0,90m)



	Delta Consultoria Geológica e Mineração Ltda.		0008/16			
	Sondagem de Reconhecimento a Trado		ST-15			
	Cliente: Fahma Planejamento e Engenharia Ltda Obra: Estação de Tratamento de Esgoto Local: -, -, Sento Sé-BA		Página 1/1 Data 01/04/2016 01/04/2016			
Escala vertical: 1:100		Cota da boca do furo: 0,00 m	Avanço por Trado			
		Revestimento: 0,00 m	Início	10 min	20 min	30 min
		Nível d'água (N.A.): Ausente	-	-	-	-
Perfuração: TC-Trado Concha			Coordenadas: N 8.922.022,00 m; E 185.280,00 m; F 24			
N.A.	Rev. / Perf. (m)	Dificuldade	Perfil	Prof. (m)	Classificação do Material	
	0,14	D		0,00 0,14	Areia siltosa, cor marrom, com bastante pedregulhos. LIMITE DE SONDAAGEM <u>Obs.:</u> Impenetrável ao trado-concha. Furo executado em cima da camada de aterro. Terreno compactado.	
Grau de dificuldade: [F]-Fácil [M]-Médio [D]-Difícil Avenida Cardoso de Sá, 60, Vila Eduardo, Petrolina-PE, CEP: 58328-585 (87)3864-3068 www.deltageologia.com.br delta@deltageologia.com.br						
					Resp. Técnico  Munio Alves Silva de Oliveira Geólogo - CREA BA 74432	


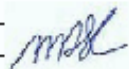


	Delta Consultoria Geológica e Mineração Ltda.		0008/16									
	Sondagem de Reconhecimento a Trado			ST-16								
	Cliente: Fahma Planejamento e Engenharia Ltda Obra: Estação de Tratamento de Esgoto Local: -, -, Sento Sé-BA			Página 1/1 Data 01/04/2016 01/04/2016								
Escala vertical: 1:100		Cota da boca do furo: 0,00 m Revestimento: 0,00 m Nível d'água (N.A.): Ausente	Avanço por Trado <table border="1"> <tr> <th>Início</th> <th>10 min</th> <th>20 min</th> <th>30 min</th> </tr> <tr> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> </table>		Início	10 min	20 min	30 min	-	-	-	-
Início	10 min	20 min	30 min									
-	-	-	-									
Perfuração: TC-Trado Concha		Coordenadas: N 8.922.061,00 m; E 165.278,00 m; F 24										
N.A.	Rev. / Perf. (m)	Dificuldade	Perfil	Prof. (m)								
	0,00 0,34 0,40	M M M										
Classificação do Material Areia siltoargilosa, cor marrom. Areia argilossiltosa, cor marrom avermelhada, com pedregulhos lateríticos. LIMITE DE SONDAAGEM Obs.: Impenetrável ao trado-concha. Furo executado dentro da lagoa de estabilização. De 0,34m a 0,40m terreno úmido.												
Grau de dificuldade: [F]-Fácil [M]-Médio [D]-Difícil Avenida Cardoso de Sá, 60, Vila Eduardo, Petrolina-PE, CEP: 58328-585 (87)3864-3068 www.deltageologia.com.br delta@deltageologia.com.br												
Resp. Técnico  Munio Alves Silva de Oliveira Geólogo - CREA BA 74432												


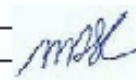


	Delta Consultoria Geológica e Mineração Ltda.		0008/16										
	Sondagem de Reconhecimento a Trado		ST-17										
	Cliente: Fahma Planejamento e Engenharia Ltda Obra: Estação de Tratamento de Esgoto Local: -, -, Sento Sé-BA		Página 1/1 Data 01/04/2018 01/04/2018										
Escala vertical: 1:100		Cota da boca do furo: 0,00 m Revestimento: 0,00 m Nível d'água (N.A.): Ausente	Avanço por Trado <table border="1"> <tr> <th>Início</th> <th>10 min</th> <th>20 min</th> <th>30 min</th> </tr> <tr> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> </table>			Início	10 min	20 min	30 min	-	-	-	-
Início	10 min	20 min	30 min										
-	-	-	-										
Perfuração: TC-Trado Concha		Coordenadas: N 8.922.126,00 m; E 165.244,00 m; F 24											
N.A.	Rev. / Perf. (m)	Dificuldade	Perfil	Prof. (m)	Classificação do Material								
	TC	M		0,00	Areia siltoargilosa, cor marrom, com concreções ferruginosas.								
	1,8	M		0,60	Areia siltoargilosa, cor vermelha, com pedregulhos lateríticos.								
				1,02	LIMITE DE SONDAAGEM Obs.: Impenetrável ao trado-concha. Furo executado dentro da lagoa de estabilização. De 0,00m a 1,02m terreno úmido.								
Grau de dificuldade: [F]-Fácil [M]-Médio [D]-Difícil Avenida Cardoso de Sá, 60, Vila Eduardo, Petrolina-PE, CEP: 58328-585 (87)3864-3068 www.deltageologia.com.br delta@deltageologia.com.br													
Resp. Técnico  Munio Alves Silva de Oliveira Geólogo - CREA BA 74432													

ST-17	
	
Amostra 01 (0,00m a 0,60m)	Amostra 01 (0,60m a 1,02m)

	Delta Consultoria Geológica e Mineração Ltda.		0008/16		
	Sondagem de Reconhecimento a Trado		ST-18		
	Cliente: Fahma Planejamento e Engenharia Ltda Obra: Estação de Tratamento de Esgoto Local: -, -, Sento Sé-BA		Página 1/1 Data 01/04/2018 01/04/2018		
Escala vertical: 1:100		Cota da boca do furo: 0,00 m	Avanço por Trado		
		Revestimento: 0,00 m	Início	10 min	20 min
		Nível d'água (N.A.): Ausente	-	-	-
Perfuração: TC-Trado Concha			Coordenadas: N 8.922.048,00 m; E 185.322,00 m; F 24		
N.A.	Rev. / Perf. (m)	Dificuldade	Perfil	Prof. (m)	Classificação do Material
	0,38	-		0,00 0,38	Areia fina siltosa, cor marrom, com pedregulhos de rocha e laterítico. LIMITE DE SONDAAGEM Obs.: Impenetrável ao trado-concha. Furo executado na lagoa de estabilização.
Grau de dificuldade: [F]-Fácil [M]-Médio [D]-Difícil					
Avenida Cardoso de Sá, 60, Vila Eduardo, Petrolina-PE, CEP: 58328-585 (87)3864-3068 www.deltageologia.com.br delta@deltageologia.com.br			Resp. Técnico  Murilo Alves Silva de Oliveira Geólogo - CREA BA 74432		


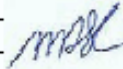


	Delta Consultoria Geológica e Mineração Ltda.		0008/16		
	Sondagem de Reconhecimento a Trado		ST-19		
	Cliente: Fahma Planejamento e Engenharia Ltda Obra: Estação de Tratamento de Esgoto Local: -, -, Sento Sé-BA		Página 1/1 Data 01/04/2016 01/04/2016		
Escala vertical: 1:100		Cota da boca do furo: 0,00 m	Avanço por Trado		
		Revestimento: 0,00 m	Início	10 min	20 min
		Nível d'água (N.A.): Ausente	-	-	-
Perfuração: TC-Trado Concha			Coordenadas: N 8.922.122,00 m; E 185.269,00 m; F 24		
N.A.	Rev. / Perf. (m)	Dificuldade	Perfil	Prof. (m)	Classificação do Material
	TC 0,31	-		0,00 0,31	Areia fina siltosa, cor marrom, com pedregulhos de rocha e lateríticos. LIMITE DE SONDAAGEM <u>Obs.:</u> Impenetrável ao trado-concha. Furo executado na lagoa de estabilização.
Grau de dificuldade: [F]-Fácil [M]-Médio [D]-Difícil Avenida Cardoso de Sá, 60, Vila Eduardo, Petrolina-PE, CEP: 58328-585 (87)3884-3068 www.deltageologia.com.br delta@deltageologia.com.br					
Resp. Técnico  Murilo Alves Silva de Oliveira Geólogo - CREA BA 74432					

236


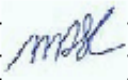
P:\BIBLIOTECA\BIBL 04\03-1 0008

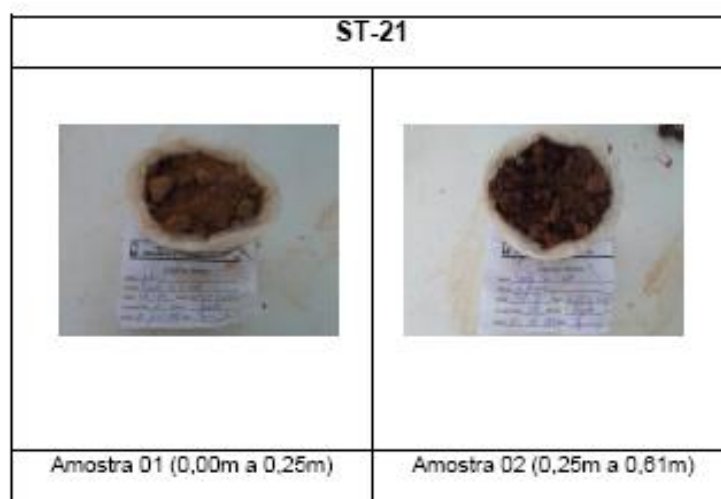



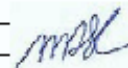
	Delta Consultoria Geológica e Mineração Ltda.		0008/16									
	Sondagem de Reconhecimento a Trado			ST-20								
	Cliente: Fahma Planejamento e Engenharia Ltda Obra: Estação de Tratamento de Esgoto Local: -, -, Sento Sé-BA			Página 1/1 Data 01/04/2016 01/04/2016								
Escala vertical: 1:100		Cota da boca do furo: 0,00 m Revestimento: 0,00 m Nível d'água (N.A.): Ausente	Avanço por Trado <table border="1"> <tr> <th>Início</th> <th>10 min</th> <th>20 min</th> <th>30 min</th> </tr> <tr> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> </table>		Início	10 min	20 min	30 min	-	-	-	-
Início	10 min	20 min	30 min									
-	-	-	-									
Perfuração: TC -Trado Concha		Coordenadas: N 8.922.125,00 m; E 165.273,00 m; F 24										
N.A.	Rev. / Perf. (m)	Dificuldade	Perf. (m)	Classificação do Material								
	0,28	M	0,00 0,28	Areia siltosa, cor marrom, com pedregulhos. LIMITE DE SONDAAGEM <u>Obs.:</u> Impenetrável ao trado-concha. Furo executado na lagoa de estabilização.								
Grau de dificuldade: [F]-Fácil [M]-Médio [D]-Difícil Avenida Cardoso de Sá, 60, Vila Eduardo, Petrolina-PE, CEP: 58328-585 (87)3864-3068 www.deltageologia.com.br delta@deltageologia.com.br												
		Resp. Técnico  Munio Alves Silva de Oliveira Geólogo - CREA BA 74432										




237


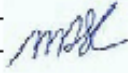


	Delta Consultoria Geológica e Mineração Ltda.		0008/16									
	Sondagem de Reconhecimento a Trado			ST-21								
	Cliente: Fahma Planejamento e Engenharia Ltda Obra: Estação de Tratamento de Esgoto Local: -, -, Sento Sé-BA			Página 1/1 Data 01/04/2018 01/04/2018								
Escala vertical: 1:100		Cota da boca do furo: 0,00 m Revestimento: 0,00 m Nível d'água (N.A.): Ausente	Avanço por Trado <table border="1"> <tr> <th>Início</th> <th>10 min</th> <th>20 min</th> <th>30 min</th> </tr> <tr> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> </table>		Início	10 min	20 min	30 min	-	-	-	-
Início	10 min	20 min	30 min									
-	-	-	-									
Perfuração: TC-Trado Concha		Coordenadas: N 8.922.068,00 m; E 185.328,00 m; F 24										
N.A.	Rev. / Perf. (m)	Dificuldade	Perfil	Prof. (m)	Classificação do Material							
	TC	M		0,00 0,25 0,61	Areia fina argilosa, cor marrom. Areia argilossiltosa, cor marrom avermelhada, com pedregulhos. LIMITE DE SONDAAGEM Obs.: Impenetrável ao trado-concha. Furo executado dentro da lagoa de estabilização. De 0,25m a 0,61m terreno úmido.							
Grau de dificuldade: [F]-Fácil [M]-Médio [D]-Difícil Avenida Cardoso de Sá, 80, Vila Eduardo, Petrolina-PE, CEP: 58328-585 (87)3884-3088 www.deltageologia.com.br delta@deltageologia.com.br												
Resp. Técnico  Murilo Alves Silva de Oliveira Geólogo - CREA BA 74432												



	Delta Consultoria Geológica e Mineração Ltda.		0008/16		
	Sondagem de Reconhecimento a Trado		ST-22		
	Cliente: Fahma Planejamento e Engenharia Ltda Obra: Estação de Tratamento de Esgoto Local: -, -, Sento Sé-BA		Página 1/1 Data 01/04/2018 01/04/2018		
Escala vertical: 1:100		Cota da boca do furo: 0,00 m	Avanço por Trado		
		Revestimento: 0,00 m	Início	10 min	20 min
		Nível d'água (N.A.): Ausente	-	-	-
Perfuração: TC-Trado Concha			Coordenadas: N 8.922.116,00 m; E 185.296,00 m; F 24		
N.A.	Rev. / Perf. (m)	Dificuldade	Perfil	Prof. (m)	Classificação do Material
	0,60			0,00 0,37 0,55 0,60	Areia argilossiltosa, cor marrom, com pedregulhos. Areia fina siltosa, cor amarelada, com pedregulhos (mm). Areia argilossiltosa, cor marrom avermelhada, com pedregulhos lateríticos. LIMITE DE SONDAAGEM Obs.: Impenetrável ao trado-concha. Furo executado dentro da lagoa de estabilização. De 0,37m a 0,60m terreno úmido.
Grau de dificuldade: [F]-Fácil [M]-Médio [D]-Difícil					
Avenida Cardoso de Sá, 60, Vila Eduardo, Petrolina-PE, CEP: 58328-585 (87)3884-3088 www.deltageologia.com.br delta@deltageologia.com.br			Resp. Técnico  Munio Alves Silva de Oliveira Geólogo - CREA BA 74432		

ST-22		
		
Amostra 01 (0,00m a 0,37m)	Amostra 02 (0,37m a 0,55m)	Amostra 03 (0,55m a 0,60m)

	Delta Consultoria Geológica e Mineração Ltda.		0008/16									
	Sondagem de Reconhecimento a Trado			ST-23								
	Cliente: Fahma Planejamento e Engenharia Ltda Obra: Estação de Tratamento de Esgoto Local: -, -, Sento Sé-BA			Página 1/1 Data 01/04/2016 01/04/2016								
Escala vertical: 1:100		Cota da boca do furo: 0,00 m Revestimento: 0,00 m Nível d'água (N.A.): Ausente	Avanço por Trado <table border="1"> <tr> <th>Início</th> <th>10 min</th> <th>20 min</th> <th>30 min</th> </tr> <tr> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> </table>		Início	10 min	20 min	30 min	-	-	-	-
Início	10 min	20 min	30 min									
-	-	-	-									
Perfuração: TC-Trado Concha		Coordenadas: N 8.922.215,00 m; E 185.385,00 m; F 24										
N.A.	Rev. / Perf. (m)	Dificuldade	Perfil	Prof. (m)	Classificação do Material							
	TC 0,35	M		0,00 0,35	Areia fina argilosa, com pedregulhos. LIMITE DE SONDAGEM <u>Obs.:</u> Impenetrável ao trado-concha. Furo executado dentro da lagoa de estabilização.							
Grau de dificuldade: [F]-Fácil [M]-Médio [D]-Difícil Avenida Cardoso de Sá, 60, Vila Eduardo, Petrolina-PE, CEP: 58328-585 (87)3864-3088 www.deltageologia.com.br delta@deltageologia.com.br												
					Resp. Técnico  Murilo Alves Silva de Oliveira Geólogo - CREA BA 74432							


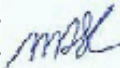
240





	Delta Consultoria Geológica e Mineração Ltda.		0008/16		
	Sondagem de Reconhecimento a Trado			ST-24	
	Cliente: Fahma Planejamento e Engenharia Ltda Obra: Estação de Tratamento de Esgoto Local: -, -, Sento Sé-BA			Página 1/1 Data 01/04/2018 01/04/2018	
Escala vertical: 1:100		Cota da boca do furo: 0,00 m	Avanço por Trado		
		Revestimento: 0,00 m	Início	10 min	20 min
		Nível d'água (N.A.): Ausente	-	-	-
Perfuração: TC-Trado Concha			Coordenadas: N 8.922.159,00 m; E 185.413,00 m; F 24		
N.A.	Rev. / Perf. (m)	Dificuldade	Perfil	Prof. (m)	Classificação do Material
	TC	M		0,00	Areia fina argilosa, cor marrom, com pedregulhos (mm). LIMITE DE SONDAGEM Obs.: Impenetrável ao trado-concha. Furo executado dentro da lagoa de estabilização. Terreno compactado.
	0,58			0,58	
Grau de dificuldade: [F]-Fácil [M]-Médio [D]-Difícil Avenida Cardoso de Sá, 60, Vila Eduardo, Petrolina-PE, CEP: 58328-585 (87)3864-3068 www.deltageologia.com.br delta@deltageologia.com.br					
			Resp. Técnico  Munio Alves Silva de Oliveira Geólogo - CREA BA 74432		

241



	Delta Consultoria Geológica e Mineração Ltda.		0008/16		
	Sondagem de Reconhecimento a Trado		ST-25		
	Cliente: Fahma Planejamento e Engenharia Ltda Obra: Estação de Tratamento de Esgoto Local: -, -, Sento Sé-BA		Página 1/1 Data 01/04/2016 01/04/2016		
Escala vertical: 1:100		Cota da boca do furo: 0,00 m	Avanço por Trado		
		Revestimento: 0,00 m	Início	10 min	20 min
		Nível d'água (N.A.): Ausente	-	-	-
Perfuração: TC-Trado Concha		Coordenadas: N 8.922.179,00 m; E 185.423,00 m; F 24			
N.A.	Rev. / Perf. (m)	Dificuldade	Perfil	Prof. (m)	Classificação do Material
	0,00			0,00	Areia siltosa, cor marrom, com pedregulhos de rocha e laterítico. Areia fina pouco siltosa, cor marrom. LIMITE DE SONDAAGEM Obs.: Impenetrável ao trado-concha. Furo executado na borda da lagoa de estabilização. Terreno compactado.
	0,09			0,09	
	0,20			0,20	
Grau de dificuldade: [F]-Fácil [M]-Médio [D]-Difícil Avenida Cardoso de Sá, 60, Vila Eduardo, Petrolina-PE, CEP: 58328-585 (87)3864-3068 www.deltageologia.com.br delta@deltageologia.com.br					
				Resp. Técnico  Munio Alves Silva de Oliveira Geólogo - CREA BA 74432	

242

ST-25	
	
Amostra 01 (0,00m a 0,09m)	Amostra 01 (0,09m a 0,20m)

22. ANEXOS

22.1. Manual de Instalação do Queimador de Gás

1. INTRODUÇÃO

Este manual tem por objetivo apresentar a forma de instalação do Queimador de Biogás com Ignitor Automático LGM 2.3.

Apesar da relativa simplicidade desta instalação, a criticidade da aplicação impõe a necessidade de que o instalador possua experiência em atividades similares.

2. ITENS NECESSÁRIOS À INSTALAÇÃO

2.1. Ferramentas:

- Chave de boca para parafusos da flange (normalmente 22mm);
- Chave de boca de 10 mm (parafusos da haste);
- Chave de boca de 8 mm (abraçadeiras da caixa);
- Chave de philips média (abraçadeiras da caixa);
- Escada de abrir com no mínimo 2,5 metros de altura útil (em alguns locais dispensável);

2.2. Itens não fornecidos:

- Parafusos, anéis e porcas para a flange;
- Tubo de subida (corpo do queimador deve ficar a no mínimo 2 metros de altura), válvula corta chama e registro, conforme projeto.

2.3. Itens fornecidos:

- Caixa do ignitor (figura 1);
- Eletroduto flexível com cabos de velas (figura 2).
- Corpo do queimador (figura 3);
- Manual do Equipamento.

Figura 1 – Caixa do ignitor



Figura 3 – Corpo do queimador

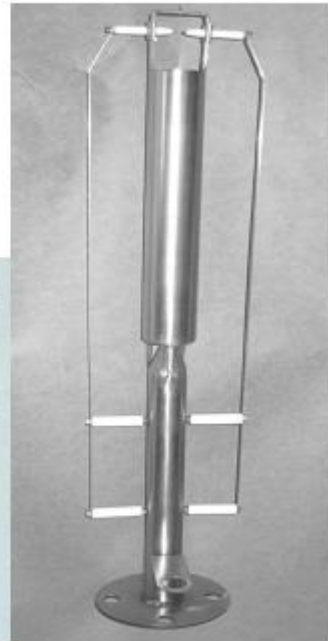


Figura 2 – Eletroduto flexível com cabos de velas



3. MONTAGEM DO QUEIMADOR

São pré-requisitos para a instalação do queimador de biogás a instalação prévia de válvula corta-chama e registro, o qual deve ser mantido fechado durante toda a instalação.

Passos para a instalação do queimador:

- a) Afixar o corpo do queimador no tubo de subida ainda no chão, utilizando a flange adequada ao diâmetro do tubo de subida, não sendo necessário forte aperto (1/4 de volta após encostar todos as porcas);
- b) Fixar eletroduto flexível no seu suporte no corpo do queimador e pontas dos cabos de vela com olhal conforme a figura 4;
- c) Levantar o conjunto corpo do queimador e tubo de subida e fixá-lo na flange de espera, observando que o suporte do eletroduto deve ficar posicionado para a face norte;
- d) Fixar a caixa do ignitor no tubo de subida com as abraçadeiras deixando folga;
- e) Elevar a caixa do ignitor à altura adequada para a fixação do eletroduto flexível conforme figura 5, posicionando a caixa voltada para a **FACE NORTE**, para melhor aproveitamento da luminosidade pelo painel solar, e apertar as abraçadeiras;
- f) Fixar a extremidade do eletroduto flexível na caixa do ignitor e conectar os cabos de vela na bobina conforme a figura 6.

O equipamento está pronto para funcionar, basta abrir o registro de gás e ligá-lo, acionando o interruptor do ignitor. Devido à condição de vazão inconstante de biogás pode-se não ter a mistura apropriada para a combustão nos primeiros ciclos de ignição (estalos das centelhas). Logo após a abertura do registro. Se o equipamento ficar armazenado por um longo período haverá a possibilidade de necessitar de alguma insolação para funcionar.

Um exemplo de queimador instalado pode ser visto na figura 7. Nesta figura o registro e a válvula corta chama estão na vertical, situação não obrigatória.

Figura 4 – Fixação do eletroduto flexível e cabos de velas



Figura 5 – Fixação da caixa do ignitor



Figura 6 – Fixação do eletroduto flexível na caixa do ignitor



22.2. Especificações da Bomba



Motobombas Centrífugas Monoestágio Série BC-92 S 1

Menor
consumo
de energia (*)

(*) Para verificar os modelos contemplados com o selo Procel, consulte www.elektrobras.com/procel



B - Monoestágio

Aplicações Gerais

- Residências
- Chácaras
- Abastecimento predial
- Agricultura
- Indústrias

Detalhes Técnicos do Produto Padrão

- Linha S: motobomba sem intermediário
- Bocais com rosca BSP
- Caracol da motobomba de ferro fundido GG-15
- Rotor fechado de alumínio
- Selo mecânico constituído de aço inox AISI-304, buna N, grafite e cerâmica
- Motor elétrico IP-21 com flange incorporada, 2 polos, 60 Hz

Opções

- Rotor de bronze e selo mecânico de Viton®
- Mancalizada



Importante

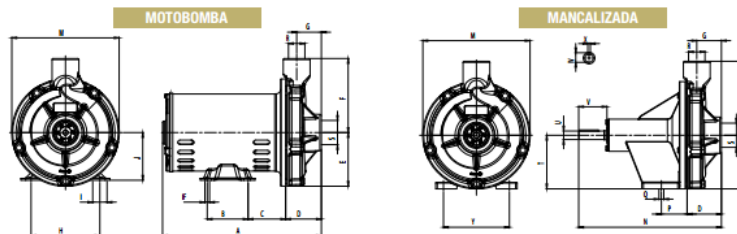
- Temperatura máxima do líquido bombeado: 70° C.
- Para bombeamento de água acima de 70° C, utilize rotor de bronze e selo mecânico de Viton®. Neste caso, sugere-se o uso da BC-92 T.

Modelo	Potência (cv)	Monoestágio	Tritástico	Ø Sucção (pol)	Ø Recalque (pol)	Pressão máxima sem vazão (m.c.a.)	Altura máxima de sucção (m.c.a.)	Ø Rotor (mm)	CARACTERÍSTICAS HIDRÁULICAS																											
									Altura Manométrica Total (m.c.a.)																											
									2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46					
									Vazão em m³/h válida para sucção de 0 m.c.a.																											
BC-92 S 1A	3/4	x	x	1 1/2	1	26	8	123	7,0	6,9	6,8	6,6	6,5	6,3	6,1	5,8	5,5	5,0	3,9	2,4																
	1	x	x	1 1/2	1	31	8	135	7,1	7,0	6,9	6,8	6,7	6,6	6,5	6,3	6,2	6,0	5,7	5,4	4,9	3,8	2,3													
	1,5	x	x	1 1/2	1	39	8	150	7,2	7,2	7,1	7,0	6,9	6,8	6,7	6,7	6,5	6,4	6,3	6,2	6,0	5,8	5,5	5,2	4,6	3,3										
BC-92 S 1B	1	x	x	1 1/2	1	20	8	105	*	*	*	19,7	17,8	15,7	13,4	10,9	7,9																			
	1,5	x	x	1 1/2	1	25	8	117	*	*	*	*	21,9	20,2	18,4	16,4	14,3	12,0	9,3	6,1																
	2 (127 mm)	x	x	1 1/2	1	30	8	127	*	*	*	*	*	22,0	20,4	18,6	16,8	14,7	12,5	10,0	7,1															
	2 (137 mm)	x	x	1 1/2	1	35	8	137	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	14,8	12,7	10,4	7,8	4,7													
	3 (143 mm)	x	x	1 1/2	1	38	8	143	*	*	*	*	*	*	*	23,2	21,8	20,4	18,9	17,2	15,5	13,6	11,6	9,2	6,6											
	3 (155 mm)	x	x	1 1/2	1	45	8	155	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	13,7	11,9	9,9	7,6	5,0							
✓ BC-92 S 1C	3/4	x	x	1 1/2	1	26	8	119	*	*	*	13,4	12,4	11,3	10,1	8,9	7,5	6,0	4,2	2,2																
	1	x	x	1 1/2	1	32	8	128	*	*	*	*	14,1	13,3	12,5	11,6	10,7	9,7	8,6	7,4	6,0	4,3	2,0													
	1,5	x	x	1 1/2	1	36	8	142	*	*	*	*	14,6	14,0	13,3	12,6	11,9	11,1	10,3	9,4	8,4	7,3	6,0	4,4	2,2											
	2	x	x	1 1/2	1	44	8	158	*	*	*	*	*	15,3	14,8	14,3	13,8	13,2	12,7	12,0	11,4	10,7	10,0	9,2	8,4	7,4	6,3	5,0	3,1							
	3	x	x	1 1/2	1	47	8	159	*	*	*	*	*	18,1	17,7	17,3	16,8	16,4	15,9	15,4	14,8	14,2	13,5	12,8	12,0	11,1	10,0	8,7	7,1	4,8						

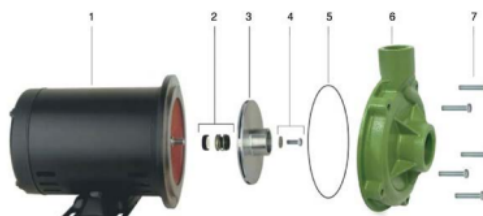
DELBONI ENGENHARIA: Rua Guajaras, 910 – SI.1002 – Belo Horizonte/MG – Fone (31) 30724115

FAHMA: Rua Paulo Afonso, 333 - Santo Antônio - Fone (31) 3245-0388 - Fax: (31) 3245-0398 - Belo Horizonte/MG

BC-92 S 1



DIMENSÕES EM MILÍMETROS (mm) - 60 Hz													
Descrição	BC-92 S 1												
	3/4 cv			1 cv			1,5		2 cv		3 cv		
Referência	Trif.	Mono.	Mono sem capac.	Trif.	Mono.	Mono sem capac.	Trif.	Mono.	Trif.	Mono.	Trif.	Mono.	
A	283	327	323	293	347	327	317	347	317	367	347	377	
B	76	76	76	76	76	76	76	76	76	76	76	76	
C	71	80	71	71	80	80	80	80	80	80	80	80	
D	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	
E	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
F	138	138	138	138	138	138	138	138	138	138	138	138	
G	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	
H	124	124	124	124	124	124	124	124	124	124	124	124	
I	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	
IF	8,7	8,7	8,7	8,7	8,7	8,7	8,7	8,7	8,7	8,7	8,7	8,7	
J	89	101	89	89	101	89	101	101	101	101	101	101	
M	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	
N	266	266	266	266	266	266	266	266	266	266	266	266	
P	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	
Q	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	
R (BSP)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
S (BSP)	1 1/2	1 1/2	1 1/2	1 1/2	1 1/2	1 1/2	1 1/2	1 1/2	1 1/2	1 1/2	1 1/2	1 1/2	
T	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
U	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	
V	53	53	53	53	53	53	48	48	48	48	48	48	
W	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	
X	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
Y	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	
Peso Motobomba (kg)	14	19	19	17	19	19	19	26	21	25	23	27	
Peso Mancalizada (kg)	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	



Item	Descrição	Composição do Kit	Quant. de peças utilizadas no produto	Quant. de peças contidas em cada caixa do kit	BC-92 S 1							
					3/4cv	1cv	1,5cv	2cv	2cv	3cv	3cv	3cv
1	Motor elétrico IP-21, 2 polos, 60 Hz	-	1	-								
2	Selo mecânico 5/8" IP06 Buna	-	1	-	8720174101A	8720174101A	8720174101A	8720174101A	8720174101A	8720174101A	8720174101A	8720174101A
3	Rotor A alumínio	-	1	-	8701487203A	8701487202A	8701487201A	-	-	-	-	-
	Rotor B alumínio	-	1	-	-	8700107205A	8700107204A	8700107203A	8700107206A	8700107202A	8700107201A	8700107201A
	Rotor C alumínio	-	1	-	8700109204A	8700109203A	8700109202A	8700109201A	-	-	-	-
*4	Kit fixação rotor	Anelula lisa 1/4" Parafuso S.NF 1/4" x 5/8"	1	1	8730504101A	8730504101A	8730504101A	8730504101A	8730504101A	8730504101A	8730504101A	8730504101A
			1	1								
5	Kit O-ring 154,3 x 1,78 mm	-	1	5	8720112101A	8720112101A	8720112101A	8720112101A	8720112101A	8720112101A	8720112101A	8720112101A
6	Caracol BC-92	-	1	-	8700104501A	8700104501A	8700104501A	8700104501A	8700104501A	8700104501A	8700104501A	8700104501A
7	Kit parafuso SZ.NC. 5/16x1 3/4	-	5	5	8720130116A	8720130116A	8720130116A	8720130116A	8720130116A	8720130116A	8720130116A	8720130116A
**	Kit mancal MG 56BDS				8730501106A	8730501106A	8730501106A	8730501106A	8730501106A	8730501106A	8730501106A	8730501106A
Diâmetro do rotor A (mm)					123	135	150	-	-	-	-	-
Diâmetro do rotor B (mm)					-	105	117	127	137	143	155	155
Diâmetro do rotor C (mm)					119	128	142	158				

* Item usado somente em motobombas trifásicas. ** Para bombas Mancalizadas, substituir item 4 pelo código 8720151101A (Porca NF. 7/16" LATÃO).

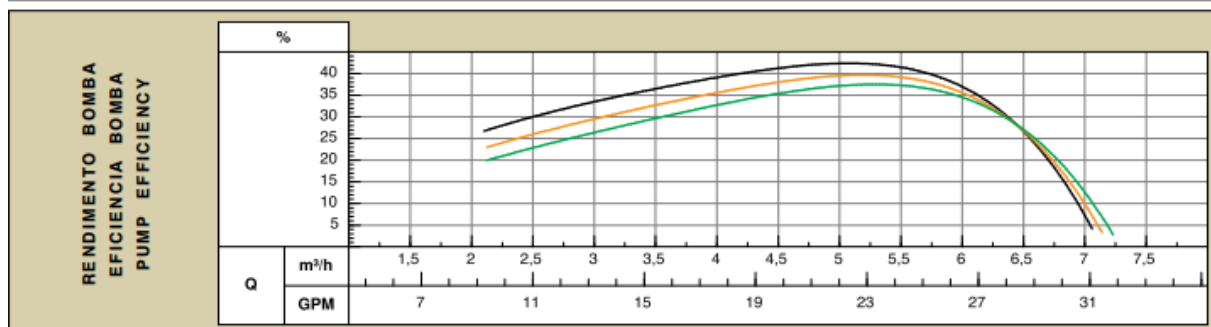
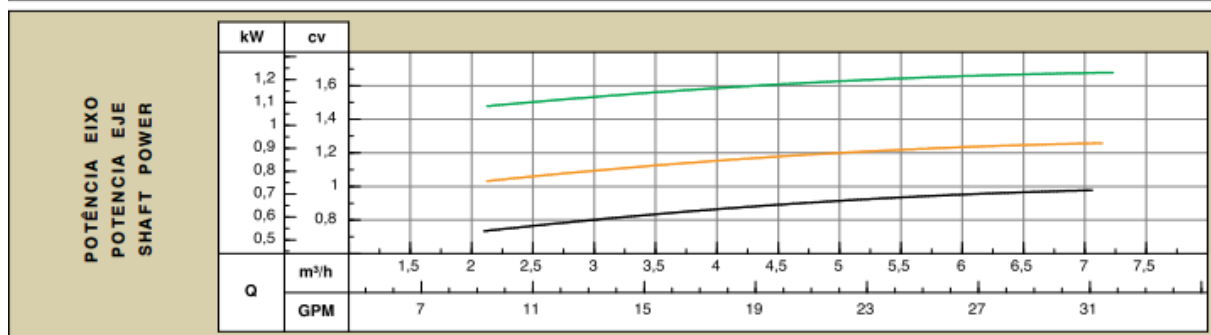
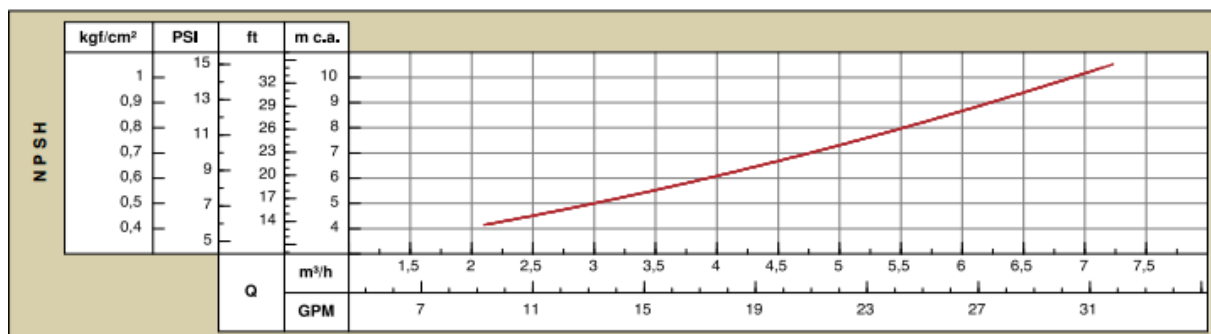
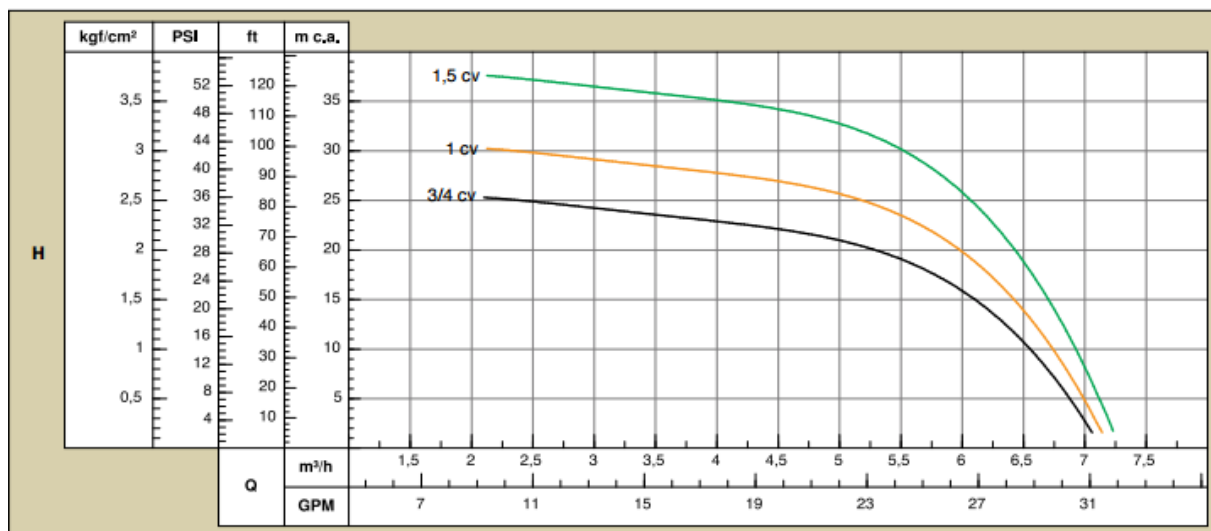
Opções												
2	Selo mecânico 5/8" IP06 EPDM	-	1	-	8720174102A	8720174102A	8720174102A	8720174102A	8720174102A	8720174102A	8720174102A	8720174102A
	Selo mecânico 5/8 T21 SE	-	1	-	8720173104A	8720173104A	8720173104A	8720173104A	8720173104A	8720173104A	8720173104A	8720173104A
	Selo mecânico 5/8 T21 SV IN316	-	1	-	8720173106A	8720173106A	8720173106A	8720173106A	8720173106A	8720173106A	8720173106A	8720173106A
	Selo mecânico 5/8" IP06 VITON	-	1	-	8720174103A	8720174103A	8720174103A	8720174103A	8720174103A	8720174103A	8720174103A	8720174103A
3	Rotor A Bronze	-	1	-	8701487303A	8701487302A	8701487301A	-	-	-	-	-
	Rotor B Bronze	-	1	-	-	8700107305A	8700107304A	8700107303A	8700107306A	8700107302A	8700107301A	8700107301A
	Rotor C Bronze	-	1	-	8700109304A	8700109303A	8700109302A	8700109301A	-	-	-	-
	Diâmetro do rotor A (mm)				123	135	150	-	-	-	-	-
Diâmetro do rotor B (mm)					-	105	117	127	137	143	155	155
Diâmetro do rotor C (mm)					119	128	142	158				

DELBONI ENGENHARIA: Rua Guajaras, 910 – Sl.1002 – Belo Horizonte/MG – Fone (31) 30724115

FAHMA: Rua Paulo Afonso, 333 - Santo Antônio - Fone (31) 3245-0388 - Fax: (31) 3245-0398 - Belo Horizonte/MG

A curva referente à bomba que será utilizada no projeto é a curva de cor **amarelo**, de 1 CV:

SCHNEIDER MOTOBOMBAS	MODELO	BC-92 S/T 1A	87100106	sch NAC	
	MODEL			60 Hz II polos/poles	
Sucção / Succión / Suction	1 1/2"	Potência / Potencia / Power [kW(cv)]	0,55 (3/4)	0,75 (1)	1,1(1,5)
Recalque / Descarga / Discharge	1"	Rotor / Impulsor / Impeller [mm]	123	135	150



DELBONI ENGENHARIA: Rua Guajaras, 910 – Sl.1002 – Belo Horizonte/MG – Fone (31) 30724115

FAHMA: Rua Paulo Afonso, 333 - Santo Antônio - Fone (31) 3245-0388 - Fax: (31) 3245-0398 - Belo Horizonte/MG

23. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas.
- ABNT NBR-9649/86 – Projeto de Redes Coletoras de Esgoto Sanitário.
- NBR-14486/00 – Sistemas Enterrados para Condução de Esgoto Sanitário – Projeto de Redes Coletoras com Tubos de PVC.
- NBR 12209 – Projetos de Estações de Tratamento de Esgoto Sanitário.
- Andrade Neto, Cícero Onofre de. – “Sistemas simples para tratamento de esgotos sanitários: experiência brasileira”. ABES, Rio de Janeiro, 1997.
- Barros, Raphael T. de V. et al. “Manual de Saneamento e Proteção Ambiental para os Municípios”. EEUFMG, Belo Horizonte, 1995.
- Chernicharo, Carlos Augusto de Lemos. – “Reatores anaeróbios”. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental – UFMG, Belo Horizonte, 1997.
- VON SPERLING, Marcos. – **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental – UFMG, Belo Horizonte, 1996.
- NBR 6118:2007 - Projeto estrutural de concreto.
- NBR 14931:2004- Execução estrutural de concreto – procedimentos.
- NBR 6122:1980 – Projeto e execução de fundações.
- NBR 6118:2007 - Projeto estrutural de concreto.
- NBR 6118:2003 – Projeto de estruturas de concreto – Procedimento.
- NBR 14931:2004 - Execução estrutural de concreto – Procedimentos.
- NBR 14931:2003 – Execução de Estruturas de Concreto.
- NBR 15200:2004 - Projeto estrutural de concreto em situação de incêndio.
- NBR 8800: 1986 - Projetos e Execução de Estruturas.
- NBR 8681:2003 - Ações e segurança nas estruturas – procedimento.
- NBR 6120:1980 - Cargas para cálculo de estruturas de edificações.
- NBR 7480:2007 – Resistência e características para o dimensionamento do aço CA60 e CA 50.
- NBR 9575:2003 – Projetos de Impermeabilização.
- NBR 8953: 1992- Concreto para fins Estruturais
- COPASA-MG – Diretrizes para Elaboração de Estudos e Projetos desenvolvido pela DPG / SPEG- Projeto Estrutural - volume VII.
- PAPADAKIS; VAYENAS E FARDIS. Fundamental modeling and experimental investigation of concrete carbonation. (1991)
- SCHRÖDER; SMOLCZYK. Carbonation and protection against corrosion. (1969)
- PARROT. Carbonation of concrete: a review. (1987)
- ALAMINO, Renata de Carvalho Jimenez. **A utilização de lodo de esgoto como alternativa sustentável na recuperação de solos degradados: viabilidade, avaliação e biodisponibilidade de metais**. 2010. 221 f. Tese (Doutorado) - Curso de Pós-graduação em Geologia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2010.
- SILVESTRE, Paschoal. **Hidráulica Geral**. 4. ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., 1982. 316 p.
- Ampliação do Sistema de Esgotamento Sanitário do Município de Sento Sé, Bahia – TOMO VII: Manual de Operação e Manutenção. **Geotechnique Consultoria e Engenharia LTDA**. Sento Sé, 2009. – Adaptado por Delboni Engenharia LTDA.

DELBONI ENGENHARIA: Rua Guajaras, 910 – Sl.1002 – Belo Horizonte/MG – Fone (31) 30724115