

N. CLASS. M 628.2
CUTTER B 239 P
ANO/EDIÇÃO 2015

CENTRO UNIVERSITARIO DO SUL DE MINAS – UNIS

CURSO ENGENHARIA CIVIL

RAFAEL AMARAL BARBOSA

**PROPOSTA DE TRATAMENTO DO ESGOTO LANÇADO NO RESERVATÓRIO
DE FURNAS PELO MUNICÍPIO DE GUAPÉ - MG**

**VARGINHA
2015**

Rafael Amaral Barbosa

**PROPOSTA DE TRATAMENTO DO ESGOTO LANÇADO NO RESERVATÓRIO
DE FURNAS PELO MUNICÍPIO DE GUAPÉ - MG**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
como requisito parcial à conclusão do curso de
Engenharia Civil- Unis MG, sob orientação do
Prof. Leopoldo Uberto Ribeiro Junior.

**VARGINHA
2015**

RAFAEL AMARAL BARBOSA

**PROPOSTA DE TRATAMENTO DO ESGOTO LANÇADO NO
RESERVATÓRIO DE FURNAS PELO MUNICÍPIO DE GUAPÉ - MG**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
como requisito parcial à conclusão do curso de
Engenharia Civil- Unis MG.

Aprovado em: / /

Prof. Dr. Leopoldo Uberto Ribeiro Junior

Prof.^a Me. Ivana Prado de Vasconcelos

OBS:

Dedico este trabalho, a minha esposa, aos meus familiares, colegas de curso, e professores.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Orientador Prof. Dr. Leopoldo Uberto Ribeiro Junior, ao presidente do SAAE de Guapé - MG, aos Engenheiros e a todos aqueles que de certa forma contribuíram para a realização deste trabalho.

RESUMO

A escolha do tema foi devido a vários problemas vividos pela população da maioria das cidades brasileiras referentes à falta de saneamento básico, existe atualmente varias organizações, que assim como a Fundação Nacional da Saúde (FUNASA) e Ministério das Cidades estão buscando para sanar e adequar soluções para minimizar esses problemas abordados. Esse trabalho tem como finalidade o estudo de caso do sistema de esgoto do bairro Lagoa Azul na cidade de Guapé-MG, o esgoto que é coletado no bairro é lançado diretamente em seu corpo receptor, sem nenhum tipo de tratamento, que na maioria das vezes, com o baixo nível do corpo receptor em questão, o reservatório da hidrelétrica de Furnas, percorre á céu aberto até o reservatório, causando vários problemas de saúde, produtividade trabalhista, afeta a economia da cidade que tem grande potencial de turismo devido ao lago de Furnas e inúmeras cachoeiras. Em estudo de campo foi coletados dados do dimensionamento da tubulação do esgoto existente do bairro, pontos de lançamento do esgoto e pontos de estações elevatórias na cidade, característica do esgoto coletado no bairro números de usuários, e estudo de áreas e tipo de tratamento para viabilizar a implantação de uma estação de tratamento antes da destinação final ao corpo receptor. Após os estudos desenvolvidos nesse trabalho sugere-se a proposta do tipo da estação de tratamento, escolhido devido a fatores como o custo de implantação e manutenção do sistema, disponibilidade da área para implantação.

PALAVRAS-CHAVE: ESGOTO. GUAPÉ. FURNAS.

ABSTRACT

The choice of subject was due to various problems vivid by the population of most Brazilian cities related to lack of sanitation, there are currently several organizations, as well as the National Health Foundation (FUNASA) and Ministry of Cities are seeking to remedy and adapt solutions to minimize these problems addressed. This work aims at the case study of the sewer system of the Blue Lagoon neighborhood in the city of Guapé-MG, the sewage is collected in the neighborhood is released directly to your receiver body without any treatment, which most often with the low level of the receiving body in question, the Furnas hydropower reservoir runs will open up the reservoir, causing various health problems, labor productivity affects the economy of the city that has great tourism potential due to lake Furnas and numerous waterfalls. In field study was collected from the existing sewer pipe sizing data of the neighborhood, the sewage launching spots and points of pumping stations in the city, sewage collected in the neighborhood characteristic numbers of users, and areas of study and type of treatment to enable the implementation of a treatment plant before disposal to the receiving body. After the studies developed in this work suggest the proposal of the kind of treatment plant, chosen due to factors such as the cost of deploying and maintaining the system, the area for deployment availability.

LISTA DE ABREVIATURAS

- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas;
ALAGO – Associação dos municípios do lago de Furnas;
ANA – Agência Nacional de Águas;
CHV – Carga Hidráulica Volumétrica;
CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente;
COPASA – Companhia de Saneamento de Minas Gerais;
COV- Carga Orgânica Volumétrica;
DBO – Demanda Bioquímica de Oxigênio;
DQO – Demanda Química de Oxigênio;
ETE – Estação de Tratamento de Esgoto;
FUNASA – Fundação Nacional da Saúde;
IBGE - Instituto Brasileiro de geografia e estatística;
NBR – Norma Brasileira;
PRODES – Programa despoluição da bacia hidrográfica;
SAAE – Serviço Autônomo de Água e Esgoto;
SNIS- Sistema Nacional Informações sobre saneamento;
TDH – Tempo de detenção hidráulica;
UTE – Unidade de Tratamento de Esgoto;

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Níveis de tratamento de esgoto.	20
Figura 2 – Tanque Séptico.	21
Figura 3 – Filtro Anaeróbio.	21
Figura 4 – Reator UASB.	23
Figura 5 – Associação de tipos de tratamentos.	24
Figura 6 – Lagoa anaeróbia.	25
Figura 7 – Lagoa Facultativa.	26
Figura 8 – Lagoa de Maturação.	27
Figura 9 – Lagoa aerada.	29
Figura 10 – Mapa esquemático de Minas Gerais localizando Guapé.	34
Figura 11 – Vista aérea da cidade.	35
Figura 12 – Localização dos Lançamentos e Elevatórias.	37
Figura 13 – Elevatória Cândido Barbosa.	38
Figura 14 – Elevatória pontal do lago.	38
Figura 15 – Elevatória Vila Rica.	39
Figura 16 – Elevatória Alto Sumaré.	39
Figura 17 – Lançamento Rua João Titó.	40
Figura 18 – Lançamento Rua José Bernardes.	40
Figura 19 – Lançamento Rua padre João Gualberto.	41
Figura 20 – Lançamento rua de acesso à balsa Barreirinho.	41
Figura 21 – Lançamento rua Antônio Olaia.	42
Figura 22 – Lançamento nos fundos quadra municipal.	42
Figura 23 – Lançamento nos fundos bairro Bela Vista.	43
Figura 24 – Lançamento nos fundos Faz. Santa Mônica.	43
Figura 25 – Área de influência dos lançamentos.	44
Figura 26 – Esquema rede de esgoto.	45
Figura 27 – Fluxograma do sistema de tratamento.	51
Figura 28 – Vista aérea do sistema de tratamento com RAFA e Lagoa Facultativa.	52
Figura 29 – Área sugerida para implantação da ETE.	53

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Efeitos causados pelo esgoto sanitário.	15
Tabela 2 – Classificação de usos das águas.....	17
Tabela 3 – Processos predominantes de ETE.....	18
Tabela 4 – Vantagens e desvantagens dos processos aeróbios e anaeróbios.....	19
Tabela 5 – Característica de reatores anaeróbios.....	23
Tabela 6 – Característica de Lagoa Anaeróbia.....	25
Tabela 7 – Característica de lagoa facultativa.....	27
Tabela 8 –Tabela com Cidades Mineiras e tipos de ETE's Implantadas.....	32
Tabela 9 – Histórico do nível do reservatório.....	48

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	11
1.1 Objetivos.....	11
1.1.1 Objetivo Geral.....	12
1.1.2 Objetivos Específicos.....	12
2 REVISÃO BIBLIOGRAFICA.....	14
2.1 Sistema de Esgoto Sanitário.....	14
2.2 Caracterização do Corpo Receptor.....	16
2.3 Critérios e parâmetros.....	17
2.4 Processo de Tratamento.....	18
2.5 Sistemas de Tratamento.....	20
2.5.1 Sistemas Anaeróbios.....	20
2.5.2 Lagoas de Estabilização.....	24
2.5.3 Reatores Aeróbios com filtro biológico e Biofilme.....	29
2.5.4 Lodos Ativados.....	30
2.6 Licenciamento Ambiental.....	30
2.7 Exemplos dos tipos de ETE's implantadas em cidades vizinhas.....	31
3 METODOLOGIA.....	34
3.1 – Caracterização do Município.....	34
3.2 Critérios e parâmetros para tratamento do esgoto.....	36
3.3 Rede de Esgoto Sanitário existente.....	37
3.4 Levantamento e Dimensionamento da rede de esgoto do bairro “Lagoa Azul”.....	44
3.5 Corpo Receptor da Rede de esgoto da cidade de Guapé-MG.....	47
3.6 Sistema proposto para o tratamento do esgoto do bairro “Lagoa Azul”.....	49
3.7 Área de implantação.....	53
4 RESULTADO.....	54
4.1 Dimensionamento do sistema proposto.....	55
4.2 Custos de implantação.....	61
5 CONCLUSÃO.....	62
6 REFERÊNCIAS.....	63
APÊNDICE A – PLANILHA DE CÁLCULO DIMENSIONAMENTO DO ESGOTO.....	66
APÊNDICE B – CROQUI LEVANTAMENTO DA REDE DE ESGOTO.....	67
APÊNDICE C – CROQUI ESBOÇO DA ETE.....	68
APÊNDICE D – CROQUI DA IMPLANTAÇÃO DA ETE.....	69
APÊNDICE E – PLANILHA ORÇAMENTÁRIA DA ETE.....	70
APÊNDICE F – PLANILHA ORÇAMENTÁRIA DA ELEVATÓRIA.....	71
ANEXO A – SONDAGEM DE SOLO.....	72

1 INTRODUÇÃO

É importante coletar e tratar o esgoto sanitário por vários motivos, a COPASA indica alguns, como fatores de saúde, propõe reduzir organismos patogênicos, diminuindo a transmissão de doenças, fatores ecológicos evitando a degradação ambiental, fator econômico não danificando a trabalhabilidade, fator estético sem mau cheiro, presença de lixo e transmissores de doenças, predominando o lazer e turismo aos usuários, fatores legais evitando a depreciação do patrimônio natural, pois o utilitário da água no decorrer do curso tem direito a água de boa qualidade, livre de poluição.

É importante tratar o esgoto sanitário para remover as impurezas físicas, químicas e biológicas, principalmente os organismos patogênicos. Positivamente, do ponto de vista técnico, o Brasil já tem várias opções para fazer esse tratamento eficiente para a escolha de uma técnica mais adequada para cada caso, existe opções para pequenas e grandes cidades, atendendo cada característica como disponibilidade de terreno, clima, topografia e corpo receptor.

O sistema de coleta e descarte de efluentes de esgoto doméstico, a busca pelo seu tratamento eficiente e a preservação do corpo receptor que nesse caso é uma manancial hídrica é o tema abordado nesse estudo, já que a água doce é o mais importante recurso da humanidade.

A cidade de Guapé, localizada no sul de Minas Gerais, assim como outras banhadas pelo lago do reservatório da hidrelétrica de Furnas, esta vivendo um grande problema causado pelo baixo nível da represa. Além da utilização do lago para o turismo e geração de energia elétrica, ele é o corpo receptor dos efluentes da rede de esgotos de várias cidades ao seu redor. Em grande parte delas assim como a cidade em questão, o esgoto doméstico é jogado na represa sem nenhum tipo de tratamento. No período de estiagem o esgoto percorre a céu aberto da rede existente até o reservatório trazendo graves consequências à saúde, produtividade humana, impacta o turismo não só pelo baixo nível da água, mas o mau cheiro e o desprazer do esgoto correndo a céu aberto, impacto ambiental do solo, impacto ambiental do lago e atmosfera.

Este trabalho consiste no estudo e coleta de dados do sistema de esgoto do bairro “Lagoa Azul” na cidade de Guapé, o esgoto de toda a cidade é lançado na represa de Furnas sem nenhum tipo de tratamento, esses dados servira para nortear em busca de alternativa para

solucionar tais problemas atendendo resoluções do CONAMA e diretrizes das normas vigentes da ABNT.

A precária rede de saneamento, com o lançamento do esgoto domésticos da maioria das cidades do país em rios, lagos e outros corpos d'água, representa uma das principais causas da poluição hídrica. O crescimento da vazão de efluentes está fazendo com que os corpos receptores se tornem cada vez mais poluído, com isso aumenta a preocupação com o tratamento de efluente antes do lançamento.

Para elaboração de um projeto básico do tratamento de esgoto em Guapé, é necessário identificar classificação do efluente existente e estudar alternativas técnicas, ambientais e econômicas pertinentes a localidade.

A implantação de uma rede de esgoto com um tratamento eficaz é dever do município e direito de toda a população. Faz-se necessário um planejamento urbano com infra estrutura completa e destinação correta dos dejetos sem prejuízos à saúde e bem estar da população.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo Geral

Este trabalho tem como objetivo geral, diagnosticar e dimensionar a rede de esgoto do bairro "Lagoa Azul" que lança o esgoto diretamente sem nenhum tipo de tratamento no corpo receptor, nesse caso o reservatório da hidrelétrica de Furnas, apontar condições satisfatórias a implantação de uma estação de tratamento de esgoto adequado ao local.

1.1.2 Objetivos Específicos

O trabalho tem os seguintes objetivos específicos:

- Levantamento em campo da rede existente;
- Caracterização do corpo receptor no qual o esgoto da cidade é lançado;

- Indicar problemas do esgoto lançado sem tratamento;
- Caracterizar o esgoto do cidade;
- Localização dos pontos de bombas elevatória de esgoto;
- Localização dos pontos de lançamento do esgoto no corpo receptor;
- Dimensionar a rede de esgoto do bairro "Lagoa Azul"
- Coletar os dados para cálculo e dimensionamento da rede;
- Diagnosticar se a rede existente atende as normas vigentes;
- Estudar o tipo de tratamento mais comum e propor o que atende o bairro;

2 REVISÃO BIBLIOGRAFICA

2.1 Sistema de Esgoto Sanitário

Conforme a NBR 9648/86 da ABNT, o esgoto doméstico é despejo líquido resultante do uso da água para higiene e necessidades fisiológicas humanas, o esgoto industrial é o despejo líquido resultante dos processos industriais, esses dois forma o esgoto sanitário.

O esgoto doméstico trata-se de água do banho, urinas, fezes, resto de comidas, papel, sabão, detergente e água de lavagem.

O esgoto é uniformemente composto por matéria orgânica biodegradável, microorganismo (bactérias, vírus, entre outros), nutrientes (nitrogênio e fósforo), óleos, graxas e detergentes.

Segundo Von Sperling (1996), a característica dos esgotos é devido ao uso à qual a água foi submetida e a forma que foi exercida, varia com o clima, situação social e econômica, e hábitos da população.

Ainda segundo Von Sperling (1996), a composição do esgoto doméstico é aproximadamente 99,9% de água e 0,1% de sólidos orgânicos e inorgânicos, suspensos e dissolvidos, e micro organismos, fazendo com que nessa pequena porcentagem já se faça necessário o tratamento do esgoto.

Para definir a caracterização do esgoto são utilizados parâmetros físicos, químicos e biológicos, sendo sólidos, indicadores de matéria orgânica, nitrogênio, fósforo e indicadores de contaminação fecal e disponibilidade de espaço físico para definir o tipo de tratamento eficaz, conforme tabela 1 a seguir.

Para as concessionárias de abastecimento de água e coleta de esgoto, o fato de ter água potável e encanada é um fator relevante em nossas cidades, mas o serviço de esgoto tratado adequadamente tem também que ser prioridade para sanar problemas de saúde como: verminose, hepatite e diarreia. A Fundação Nacional de Saúde (FUNASA, 2006) destaca que a cada R\$1,00 gasto em saneamento, é economizado cerca de R\$4,00 com saúde.

Tabela 1 – Consiste nos efeitos causados pelo esgoto sanitário.

Poluentes	Parâmetros de caracterização	Tipo de efluente	Consequências
Sólidos em suspensão	Sólidos em suspensão totais	Domésticos Industriais	Problemas estéticos; Depósitos de lodo; Adsorção de poluentes; Proteção de patogênicos;
Sólidos flutuantes	Óleos e graxas	Domésticos Industriais	Problemas estéticos
Matéria orgânica biodegradável	Demanda bioquímica de oxigênio (DBO)	Domésticos Industriais	Consumo de oxigênio Mortandade de peixes Condições sépticas
Patogênicos	Coliformes	Domésticos	Doenças de veiculação hídrica
Nutrientes	Nitrogênio Fosforo	Domésticos Industriais	Crescimento excessivo de algas Toxicidade aos peixes Doença em recém-nascidos (nitratos)
Compostos não biodegradáveis	Pesticidas Detergentes Outros	Industriais Agrícolas	Toxicidade Espumas Redução de transferência de oxigênio Não biodegradabilidade Maus odores
Metais pesados	Elementos específicos (ex: arsênio, cádmio, cromo, mercúrio, zinco, etc)	Industriais	Toxicidade Inibição do tratamento biológico dos esgotos Problemas de disposição do lodo na agricultura Contaminação da água subterrânea
Sólidos inorgânicos dissolvidos	Sólidos dissolvidos totais Condutividade elétrica	Reutilizados	Salinidade excessiva - prejuízo às plantações (irrigação) Toxicidade a plantas Problemas de permeabilidade do solo (sódio)

Fonte: Von Sperling (1996)

2.2 Caracterização do Corpo Receptor

Conforme a NBR 9648/86 da ABNT que consiste no Estudo de concepção de sistema de esgoto Sanitário, corpo receptor é qualquer coleção de água natural ou solo que recebe o lançamento de esgoto em seu estágio final.

Varias cidades são banhadas por algum recurso hídrico, essas cidades utilizam esse recurso como seu corpo receptor de efluentes lançando seu esgoto doméstico ou industrial na maioria sem tratamento adequado. O lançamento de esgoto é um dos maiores agravantes das nossas águas, afetando sua característica e depreciando a qualidade da água.

Considerando a resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama) n° 357/05 que dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais quanto ao enquadramento das águas de acordo com qualidade, controle de poluição, meios de utilização, buscando metas de controle para o equilíbrio ambiental aquático do país.

As águas do território nacional são compostas por nove classes subdivididas em águas doces que são as com salinidade igual ou inferior a 0,05‰, águas salobra com salinidade entre 0,05‰ e 30‰ e água salina com salinidade superior a 30‰.

Conforme o Art.1 dessa resolução dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento dos corpos de água superficiais, bem como estabelecer as condições e padrões de lançamento de efluentes, respeitando os parâmetros limites para esse lançamento não modificando a sua propriedade. A tabela 2 consiste na classificação de uso das águas conforme as suas classes:

Tabela 2 – Classificação de usos das águas.

Uso	Águas: doces				salinas		salobras		
	Especial	1	2	3	4	5	6	7	8
Abastecimento doméstico	X (A)	X(B)	X(C)	X(C)					
Preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas	X								
Recreação de contato primário		X	X			X		X	
Recreação de contato secundário							X		X
Proteção das comunidades aquáticas		X	X			X		X	
Irrigação		X(D)	X(E)	X(F)					
Criação de peixes		X	X			X		X	
Dessedentação de animais				X					
Navegação					X		X		X
Harmonia paisagística					X		X		X
Usos menos exigentes					X				

Notas : (A) sem prévia ou com simples desinfecção; (B) após tratamento simplificado; (C) após tratamento convencional; (D) hortaliças e frutas rentes ao solo, ingeridas cruas; (E) hortaliças e plantas frutíferas; (F) culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras.

Fonte: Resolução 357/05- CONAMA

2.3 Critérios e parâmetros

Conforme a NBR 13969/97 da Associação Brasileira de Normas Técnicas, ABNT, que consiste na unidade de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos, rege que a contribuição de esgoto doméstico tem a variabilidade conforme o padrão da residência:

Padrão alto: 160 litros por pessoa dia;

Padrão médio: 130 litros por pessoa dia;

Padrão baixo: 100 litros por pessoa dia;

Segundo Von Sperling (1996) é possível estimar a vazão do esgoto doméstico por consumo de água por habitante, adotando um coeficiente de retorno de 80% de esgoto por volume de água consumido.

2.4 – Processos do tratamento

Os processos para o tratamento de esgoto subdividem-se em etapas, de acordo com a companhia de saneamento de Minas Gerais, a Copasa (2014) propõe que uma remoção dos poluentes atenda a qualidade estabelecida pela legislação tratada da seguinte forma:

Tratamento Preliminar - é a remoção de sólidos grosseiros, areia, restos de plantas e pequenos animais, peneirado por meio de grades e tanque de decantação para a remoção de areia, fazendo com que não haja sobrecarga para os próximos processos, esses resíduos deveram ser destinados a locais adequados, como aterros sanitários.

Tratamento Primário – seria a remoção dos resíduos flutuantes (graxas e óleos) e à remoção de sólidos em suspensão sedimentáveis e, oriundo da matéria orgânica, geralmente colhidos por decantadores primários.

Tratamento Secundário – tratado com processos biológicos, tem como objetivo principal a remoção de matérias orgânicas e nutrientes (nitrogênio e fósforo), tem uma variedade de alternativas com processos aeróbio e ou anaeróbio, como nos mostra a tabela 3.

Tabela 3 – Processos predominantes de ETE.

Tipo	Processo Predominante
Disposição no solo	Aeróbio e Anaeróbio
Lagoa facultativa	Aeróbio e Anaeróbio
Sistemas de lagoas tipo australiano	Aeróbio e Anaeróbio
Lagoa aerada + Lagoa de sedimentação	Aeróbio e Anaeróbio
Lodos ativados convencional	Aeróbio
Lodos ativados (mistura completa)	Aeróbio
Valo de oxidação	Aeróbio
Lodos ativados em reator do tipo batelada (<i>batch</i>)	Aeróbio
Poço profundo aerado (" <i>Deep Shaft</i> ")	Aeróbio
Filtro biológico aeróbio	Aeróbio
Filtro anaeróbio	Anaeróbio
Tanque séptico + Filtro anaeróbio	Anaeróbio
Reator anaeróbio de manta de lodo	Anaeróbio
Reator anaeróbio compartimentado (com chicanas)	Anaeróbio
Reator anaeróbio de leito fluidificado	Anaeróbio
Reator aeróbio de leito fluidificado	Aeróbio

Fonte: Campos (1994)

Os processos de tratamentos com sistemas aeróbios e anaeróbios trazem pontos com vantagens e desvantagens, conforme (Campos, 1994), ver tabela 4, em suas características, o que necessita ser analisadas para a viabilidade da implantação. Existe sistema que, por exemplo, gera grande produção de lodo que é sistema aeróbio, faz com que seja necessário o tratamento anaeróbio desse lodo antes da disposição final. Existem pesquisas para viabilizar a maior utilização desses lodos retirados das Ete's, com devidas precauções do potencial patogênico para a utilização como adubos orgânicos em hortaliças e agricultura.

Tabela 4 – Vantagens e desvantagens dos processos aeróbios e anaeróbios.

Características	Sistemas Aeróbios	Sistemas Anaeróbios
Eficiência	Maior	Menor
Partida	Rápida	Pode ser lenta
Consumo de energia	Alto	Inexpressivo
Estabilidade	Boa, sob aeração	Sensível
Custo de Implantação	Maior	Menor
Custo de Manutenção	Maior	Menor
Produção de Odores	Menor	Maior
Produção de Lodo	Maior	Menor

Fonte: Campos (1994).

Ainda conforme a COPASA (2014), o tratamento terciário é o que chamamos de remoção de poluentes específicos, e aqueles não removidos no tratamento secundário, a remoção de nutrientes e de organismos patogênicos no tratamento secundário ou do tratamento terciário, dependendo do processo de tratamento, para a remoção dos patogênicos podem ser utilizadas lagoas de estabilização, processos químicos com aplicação de cloro e ozônio, radiação ultravioleta ou disposição do próprio solo, geralmente para o tratamento de esgoto sanitário residencial são empregados tratamentos terciários para a remoção de compostos não biodegradáveis, metais pesados, sólidos inorgânicos e demais outros não removidos nas etapas de tratamentos anteriores.

Segundo a COPASA (2014), ainda como etapa de tratamento temos a desinfecção pós tratamento - é a remoção por completo dos microorganismos patogênicos que não foi eliminada nas etapas anteriores, faz-se necessário conforme a necessidade sobre a classificação do corpo receptor. A desinfecção total pode ser feita pelo processo natural, geralmente em lagoa de maturação artificial, cloração, ozonização ou radiação ultravioleta. A lagoa de maturação demanda a utilização de grandes áreas devido à necessidade de pouca

profundidade para melhor a penetração da radiação solar ultravioleta. Para a desinfecção, a cloração é processo artificial de menor custo.

Na figura 1, tem-se um fluxograma esquemático demonstrando os níveis e processos de tratamento do esgoto até sua destinação final.

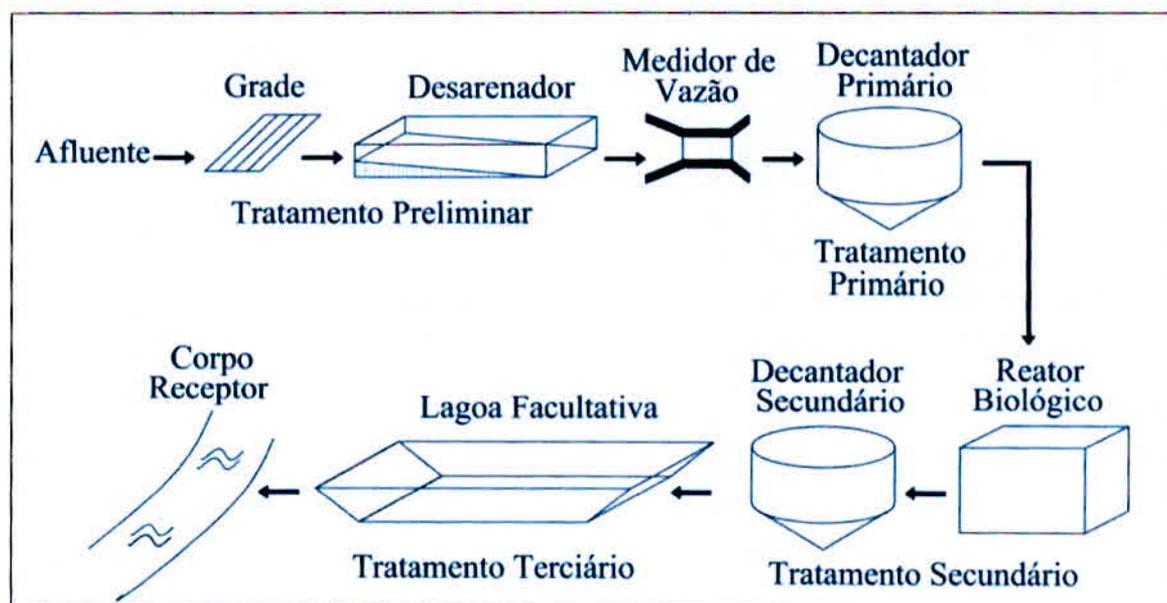


Figura 1 – Fluxograma com os Níveis de tratamento de esgoto.

2.5 Sistemas de Tratamento

Os processos de tratamento de esgotos utilizados para concepção do trabalho são:

2.5.1 Sistemas Anaeróbios

2.5.1.1 Tanque Séptico

Conforme NBR 7229/93, nesse processo, geralmente encontrado em residências e pequenos conjuntos habitacionais, é realizado o tratamento em uma unidade onde acontecem

as funções de decantação e flotação, liberado no tanque de flotação com a pressão atmosférica para a superfície, carreando a matéria sólida a que tende a flotar. Em alguns processos são utilizados produtos químicos para auxiliar a formação dos flocos, desagregação e assim formar o lodo e a espuma, necessário dar um destino próprio para o descarte. Sendo, os tanques sépticos, reatores de fluxo horizontal, construídos de alvenaria ou concreto armado, estanques, a principal ação física é através de decantação, ver figura 2.

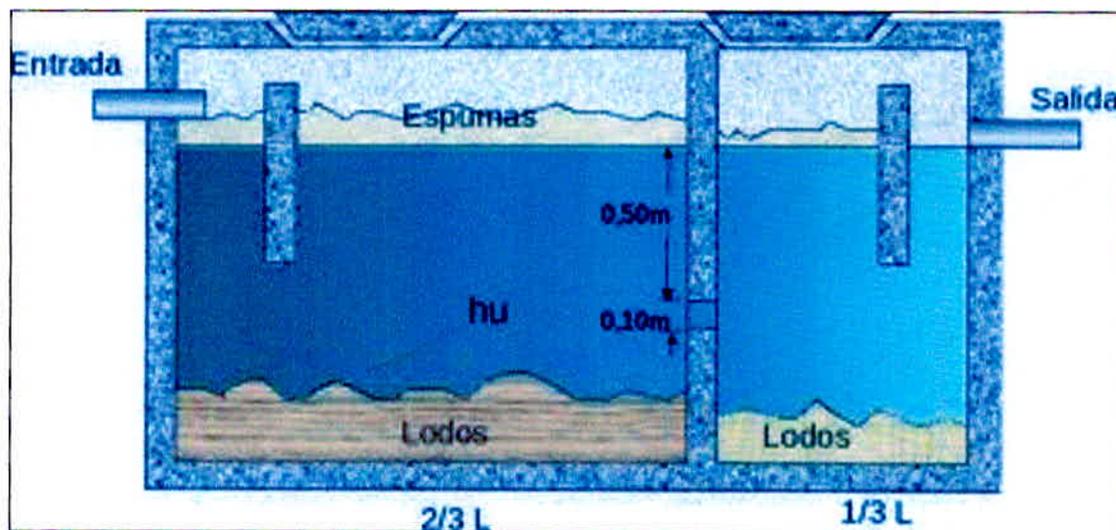


Figura 2 – Tanque Séptico.

2.5.1.2 Filtro Anaeróbio

Nesse processo de tratamento o reator faz com que a matéria orgânica fique estabilizada através de microrganismos que se desenvolvem para que fique retido em um suporte fixo, geralmente pedras, plástico ou bambu, e o esgoto frui. Os filtros anaeróbios podem ser de fluxo ascendente ou descendente. Nos filtros de fluxo ascendente, o leito é submerso e no fluxo descendente, podem trabalhar submersos ou não, conforme figura 3.

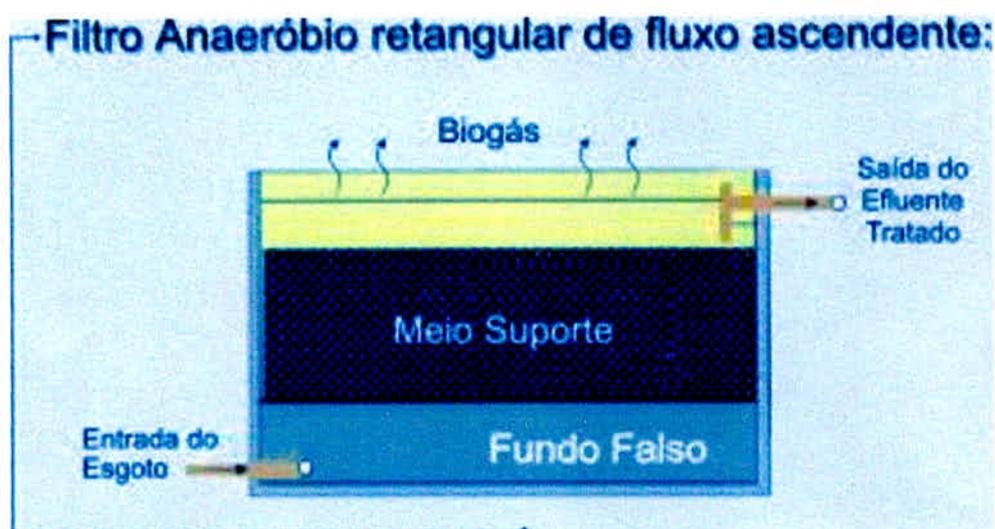


Figura 3 – Filtro Anaeróbico.

2.5.1.3 Reator anaeróbico de manta de lodo (UASB)

Conforme Campos (1994), esse se trata de um tipo de tratamento muito utilizado é o reator anaeróbico de manta de lodo conhecido como UASB (Upflow Anaerobic Sludge Blanket), ou reator anaeróbico de fluxo ascendente e manta de lodo RAFA, o início do processo é a estabilização da matéria orgânica por processo anaeróbico, realizado por microrganismos que crescem na parte líquida. Separado na parte superior por um cone ou pirâmide, permitindo a saída do efluente clarificado e tratado. Esses sólidos retidos viram a biomassa, permanece no reator por tempo elevado para que a matéria orgânica degrade. O lodo retirado periodicamente do sistema já se encontra estabilizado, com isso é necessário apenas de secagem para a sua disposição final.

O Sistema de tratamento com o reator UASB, na figura 4 e tabela 5 segue as maiores características, e além de outros sistemas anaeróbios, são considerados como não tão eficientes, são sensíveis e causadores de odores, muitas pesquisas e estudos em ete's implantadas, tem comprovado que é muito viáveis, a sua aplicação é positiva na realidade do nosso esgoto mineiro, tendo baixo custo de implantação e manutenção gerando quantidades menores de lodos em relação aos processos aeróbios, baixa demanda de área. Sua eficiência de remoção de DBO e DQO está entre 65 a 70%, necessitando assim o pós-tratamento de seu efluente. (CAMPOS, 1994).

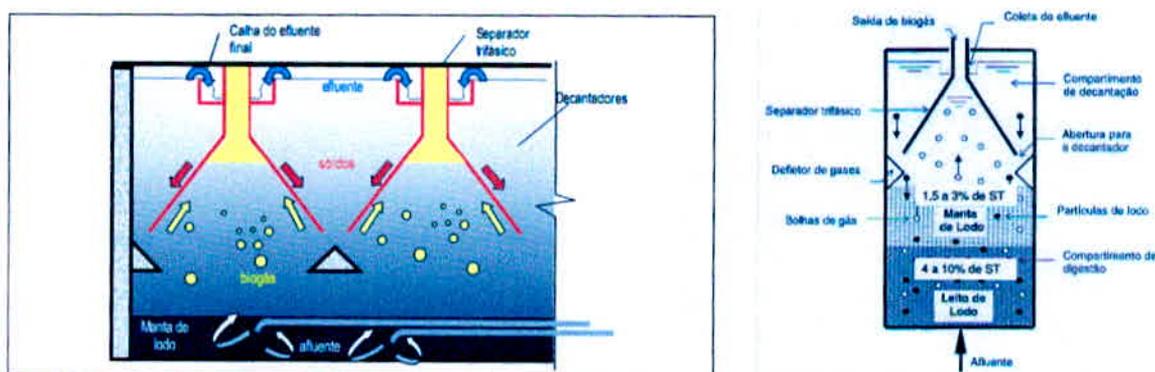


Figura 4 – Reator UASB.

Esse tipo de tratamento por ser por processo anaeróbio gera um gás, “metano” que não pode ser emitido diretamente na atmosfera, pode-se fazer o aproveitamento de biogás captado em tanque, ou simplesmente a queima com dispositivos próprios e específicos.

Tabela 5 – Característica de reatores anaeróbios.

Eficiência de remoção (%)				Requisitos		Custo implantação (UTE/hab.) (Unid. Trat. Esgoto/hab.)	TDH
DBO	N	P	Coliformes Fecais	área (m ² /hab.)	potencia (W/hab.)		
65-75	10-25	10-20	60-90	0,5-1,0	aprox. 0	20-40	0,3-0,5

Fonte: Von Sperling(1996)

Após os estudos sobre sistema anaeróbios de tratamento de esgoto, temos como exemplos associações de sistema de tratamento anaeróbio seguidos de tratamento aeróbio, conforme figura 5.

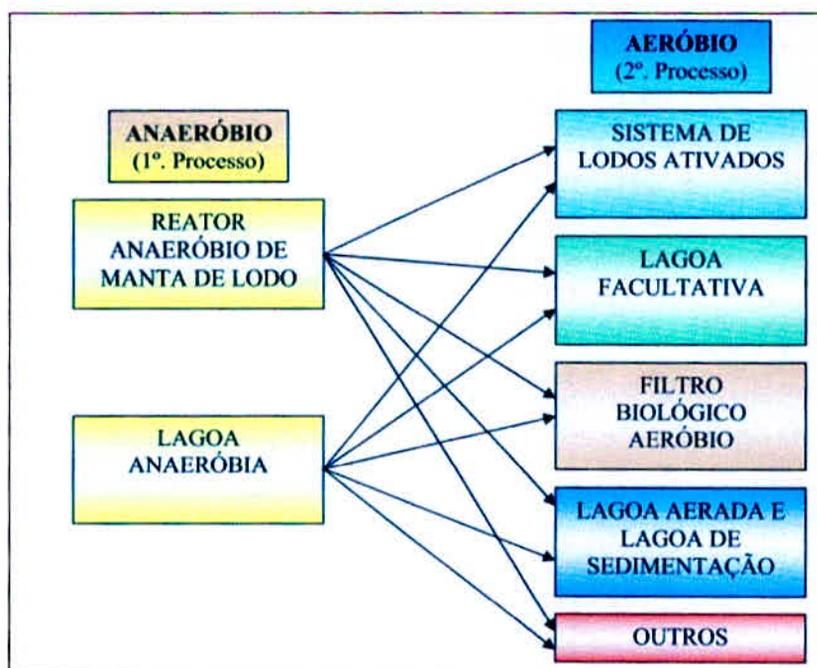


Figura 5 – Associação de tipos de tratamentos

Fonte: (CAMPOS,1994)

2.5.2 Lagoas de Estabilização

As lagoas de estabilização são o mais simples dos métodos para tratar o esgoto existente. São simplesmente construídas através de escavação no terreno natural, em formato geralmente retangular, cercado de taludes de terra ou revestido com placas de concreto.

As lagoas de estabilização são sistemas de tratamento biológico, a estabilização da matéria orgânica faz com que ocorra a oxidação bacteriológica (oxidação aeróbia ou fermentação anaeróbia) e a redução através da fotossíntese das algas.

Podem ser classificadas em quatro diferentes tipos:

- lagoas anaeróbias;
- lagoas facultativas;
- lagoas de maturação;
- lagoas aeróbias

a) Lagoas Anaeróbias

Segundo Von Sperling (1996), As lagoas Anaeróbias, figura 6, funcionam de maneira a oxidar os compostos orgânicos complexos antes de iniciar um tratamento posterior com lagoas facultativas ou lagoas aeradas. Essa não depende da ação por fotossíntese das algas, o que poderá ter profundidades maiores do que as outras, podendo variar de 3,0 a 5,0 metros, e a remoção de lodo deverá ser num período entre 3 e 5 anos, ver tabela 6. Sua eficiência esta interligada sempre que possível com construção de lagoas facultativas ou aeradas para o complemento do tratamento.

As lagoas anaeróbias, assim como os UABS exige a necessidade de pós tratamento, a eficiência desse processo está na faixa de 50 a 60%, uma grande vantagem é que, e baixo essas lagoas tenham baixo nível de produção de lodo, e que o consumo de energia elétrica é insignificante, entretanto produz um mau odor, fazendo com que a sua implantação seja em um raio de aproximadamente de 500 metros da cidade. (Campos,1994).



Figura 6 – Lagoa anaeróbia.

Tabela 6 – Característica de Lagoa Anaeróbia.

Eficiência de remoção(%)			requisitos		custo implantação (UTE/hab) (Unid. Trat. Esgoto/hab.)	TDH (dias)
DBO	N	P	colí. Fecais	área (m ² /hab.)		
50-60	30-50	20-40	60-90	1,5-2,5	aprox. 0	12 - 14

Fonte: Von Sperling(1996)

b) Lagoas Facultativas

Conforme Von Sperling (1996), o processo das lagoas facultativas é através da influência de luz solar (fotossíntese) das algas e bactérias sob a matéria orgânica encontrada no esgoto que é inserido em uma parte da lagoa, o esgoto fica retido por vários dias para a estabilização e sedimentação da matéria orgânica no fundo da lagoa formando o lodo e decomposição por bactérias variadas dos microorganismos fazendo com que a parte dissolvida vá para a superfície, forçando a ação da transformação da matéria mais estável na forma de células de algas e parte em produtos inorgânicos finais que saem com efluente líquido na outra extremidade da lagoa. Estas lagoas são chamadas de facultativas devido às condições aeróbias sustentadas na superfície liberando oxigênio, e às anaeróbias mantidas na parte inferior da lagoa onde a matéria orgânica passa a ficar sedimentada, característica na figura 7 e tabela 7.

Por influencia da luz solar a sua profundidade geralmente é estabelecida entre 1,0 e 2,5m par eficaz do processo, acarretando a esse sistema de tratamento a desvantagem da necessidade de áreas para implantação relativamente grandes devido ao tempo necessário para todo o processo seja concluído, esse processo é diretamente proporcional a temperatura do local, outra desvantagem é devido ao mau odor produzido ser necessário a sua implantação distante ao centro urbano, a vantagem é que esse sistema é o mais simples das lagoas de estabilização tendo baixo custo de implantação, manutenção e ser um eficiente sistema de tratamento.



Figura 7 – Lagoa Facultativa.

Fonte: saneamento.sp(2014)

Tabela 7 – Característica de lagoa facultativa.

Eficiência de remoção(%)				Requisitos		Custo implantação (UTE/hab.) (Unid. Trat. Esgoto/hab.)	TDH
DBO	N	P	coli. Fecais	área (m ² /hab.)	potencia (W/hab.)		
70-85	30-50	20-60	60-99	2,5-5,0	aprox. 0	10-30	15-30

Fonte: Von Sperling(1996)

c) Lagoas de Maturação

Nesse tipo de lagoa para tratamento, segundo a COPASA (2014), tem como função a redução dos coliformes fecais e também dos organismos patogênicos, contido nos esgotos. São construídas sempre, depois do completo tratamento de uma lagoa facultativa ou qualquer outro tipo de tratamento convencional. Com um cálculo adequado de dimensionamento, poderá conseguir índices elevados para a remoção de coliformes. Para uma boa eficiência nesse tratamento as profundidades normalmente são iguais as das lagoas facultativas. Os fatores que são levados em consideração para a remoção dos organismos patogênicos são: a temperatura, insolação, pH, escassez de alimento, organismos predadores, competição, compostos tóxicos, etc. A eficiência se torna mais eficaz os mecanismos devido a menores profundidades, o que justifica o fato das lagoas de maturação serem rasas e necessário a utilização de grandes áreas, conforme figura 8.



Figura 8 – Lagoa de Maturação.

Fonte: blogspot.oseas2d2010(2014)

Como esse processo objetiva a remoção de organismos patogênicos, um mecanismo a ser utilizado são lâmpadas ultravioletas. A baixa concentração de sólidos é de grande importância para a eficiência do tratamento. O efluente adentra na lagoa em um lado, ultrapassa o conjunto de lâmpadas ultravioleta e sai pela extremidade oposta. A energia ultravioleta é absorvida pelos microrganismos, sofre alterações estruturais no DNA para impedir a reprodução.

d) Lagoas Aeróbias ou de Alta Taxa

Conforme Von Sperling(1996), o que predomina nesse tipo de tratamento, o próprio nome já diz, e a inserção do sistema aeróbio, conforme figura 9, conseqüentemente ocasiona dimensões reduzidas. A diferença entre esse sistema e o sistema de tratamento por lagoa facultativa é que o oxigênio não é produzido por fotossíntese das algas, é inserido por aeradores mecânicos. Estes aerados geralmente são de turbinas rotativas de eixo vertical, ocasionando uma grande agitação no líquido através de rotação em alta velocidade. A agitação permite a penetração e dissolução do oxigênio no esgoto. Fazendo com que a introdução de oxigênio na massa seja bem maior do que nos sistema de lagoas anaeradas, reduzindo o volume necessário para esse tratamento, diminuindo o tempo de detenção hidráulica para um período entre 5 a 10 dias, e uma área de implantação bem menor.

Os aeradores introduzem uma energia na lagoa suficiente apenas para a obtenção de oxigênio, não sendo suficiente para a manutenção dos sólidos em suspensão e bactérias dispersos na massa líquida. Fazendo com que ocorre o mesmo processo de sedimentação da matéria orgânica formando lodo no fundo da lagoa, necessitando de uma disposição final. A lagoa aerada é utilizada quando se deseja um sistema predominantemente aeróbio e que não disponibilidade de grandes áreas para a implantação de uma Lagoa anaeróbia. Um ponto negativo é a introdução de equipamentos elétricos e mecânicos, manutenção e capacidade operacional do sistema, além da necessidade de consumo de energia elétrica. (Von Sperling,1996)



Figura 9 – Lagoa aerada.

Fonte: saneamento.ufrj(2014)

2.5.3 Reatores Aeróbios com filtro biológico e Biofilme

Nesse tipo de tratamento, segundo a COPASA (2014), tem como a matéria orgânica sendo estabilizada por utilização de bactérias que crescem junto a um suporte fixo, geralmente pedras, material plástico ou bambu, como os mais usuais, nos quais a aplicação de esgotos é feito parte superior do reator, sendo assim, de fluxo descendente e com uma decantação; ou com sistemas submersos, feito com a introdução de oxigênio, com fluxo de ar ascendente, realizado com fluxo de esgoto podendo ser realizado de forma ascendente ou descendente.

Outra forma muito usual é realizar a aplicação do esgoto por braços giratórios, com fluxo contínuo direcionado ao fundo de um tanque, dessa forma permite um crescimento bacteriano na superfície do chamado meio suporte de pedras, plástico ou bambu, formando uma camada biológica, chamada de biofilme, fazendo com que o contato do esgoto com essa camada degrade a matéria orgânica, a aeração desse sistema é natural.

2.5.4 Lodos Ativados

Considerado como o processo de tratamento mais comum e usual do mundo, segundo Von Sperling (1996) a escolha por esse sistema de tratamento se dá pela eficiência obtida, pela qualidade da de seu efluente e também como vantagem a utilização de pequenas áreas para a implantação.

O Processo de tratamento é aerado, tendo como desvantagem para a sua operação o custo de energia elétrica elevado.

O processo de tratamento de esgoto nesse sistema consiste na utilização de um reator onde a grande concentração de biomassa fica em suspensão em um meio líquido. Aproveitando ao máximo a quantidade de bactérias em suspensão, fazendo com que seja maior o consumo de alimento, alimento esse que é a matéria orgânica, ou seja, maior será a eliminação da matéria orgânica presente no esgoto. As bactérias crescem nesse tanque de aeração, devido à sua propriedade de flocular da massa, e é removida por sedimentação em um decantador secundário, conseguindo assim o tratamento do efluente. Para garantir a grande concentração das bactérias no reator, o lodo sedimentado é colocado num processo de recirculação para o tanque de aeração. Toda essa ação é o princípio básico do sistema de tratamento usual de lodos ativados, junto com o decantador primário, o tanque de aeração, o decantador secundário e elevatória de recirculação.

Conforme Von Sperling (1996), os sistemas mais empregados para o tratamento do esgoto com características no país são:

- Sistemas de Lagoas de estabilização;
- Sistema de lodos Ativados;
- Sistemas de filtros lentos;
- Sistemas anaeróbios (UASB, RAFA, filtros);

2.6 Licenciamento Ambiental

Estabelecida pela resolução do Conama nº 237/97, cita que para sistemas de esgoto sanitário todas e qualquer obras a seguir estão sujeitas a licenciamento ambiental:

- obras de coletores troncos;
- obras de interceptores;
- obras de sistemas elevatórias;
- obras de estações de tratamento;
- emissários;
- disposição final.

Portanto, para as obras de implantação ou ampliação de sistemas de esgoto sanitário, o órgão ambiental estadual deverá ser consultado sobre a necessidade ou não de licenciamento ambiental, devendo o resultado dessa consulta ser parte constante do projeto proposto.

A outorga dos direitos para o uso de recursos hídricos, estabelecida pela Lei nº 9.433/1997, deverá fazer parte do projeto de implantação e operação da estação de tratamento de esgoto, conforme determinação do órgão outorgante.

Conforme dados do MINISTÉRIO DAS CIDADES (2014), Minas Gerais atualmente conta com os programas PRODES (programa de despoluição das bacias hidrográficas, criado pela ANA em 2001, compra o lodo esgoto tratado de algumas cidades como incentivo, não financia obras e equipamentos, mas estimula a união a investir na implantação e operação das ETE's, outro programa de incentivo ao tratamento do esgoto mineiro é a "água da gente", que até o ano de 2016 tem como meta tratar 85% do esgoto das 625 cidades atendidas pela COPASA, melhorando assim o nível das águas mineiras.

A lei de crime ambiental 9605/98, cita que é crime ambiental a implantação de uma ETE's sem a autorização dos órgãos ambientais.

O processo de licenciamento é conforme estabelecidos pelos órgãos licenciadores, o responsável pela implantação da ETE's deverá procurar o órgão ambiental competente o qual fornecerá o termo de referencia para avaliar o porte do empreendimento.

O tratamento de esgoto de pequeno porte, até 50 l/s, conforme a resolução 377/06 do CONAMA estão sujeitas apenas à Licença Ambiental Única de Instalação e Operação ou Ato Administrativo, devendo apresentar os seguintes documentos:

- Informações gerais sobre o empreendimento, como a vazão tratada e característica do esgoto à tratar;
- Anotação de Responsabilidade Técnica e declaração de responsabilidade civil;
- Localização georreferenciada em conformidade de território do município;

- Outorga do uso do recurso hídrico para o lançamento do efluente.

2.7 Exemplos dos tipos de ETE's implantadas em cidades vizinhas:

Na tabela 8, temos exemplos de ETE's implantadas na região sul do estado de Minas Gerais, tendo como fontes de pesquisas, prefeituras municipais e concessionárias de coleta e tratamento do esgoto.

Tabela 8 –Tabela com Cidades Mineiras e tipos de ETE's Implantadas.

Boa Esperança, MG

Região: sul e sudoeste mineiro

Temperatura média: 18 a 23°

População atendida: 42 mil

Distância de Guapé (reta linear): 54 Km

Vazão tratada: 100 l/s

Sistema de tratamento: RAFA, filtro biológico, decantador, desinfecção.

Fonte: Prefeitura Municipal de Boa Esperança (2014)

Piumhi, MG

Região: oeste de Minas

Temperatura média: 20° a 24°

População atendida: 16 mil

Distância de Guapé (reta linear): 32 Km

Vazão tratada: 30 l/s

Sistema de tratamento: Lagoa estabilização aerada e lagoa facultativa

Fonte: Prefeitura Municipal de Piumhi (2014)

Ilicinea, MG

Região: sul

Temperatura média: 18°

População atendida: 9 mil

Distancia de Guapé (reta linear): 24 Km

Vazão tratada: 40 l/s

Sistema de tratamento: RAFA e filtro biológico

Fonte: Prefeitura Municipal de Ilicinea (2014)

Passos, MG

Região: sul

Temperatura média: 20°

População atendida: 115 mil

Distancia de Guapé (reta linear): 78 Km

Vazão tratada: 400 l/s

Sistema de tratamento: Reatores anaeróbio de fluxo ascendente

Fonte: Prefeitura Municipal de Passos (2014)

Alfenas, MG

Região: sul

Temperatura média: 20°

População atendida: 80 mil

Distancia de Guapé (reta linear): 73 Km

Vazão tratada: 320 l/s

Sistema de tratamento: RAFA's e filtros biológicos

Fonte: Copasa (2014)

3 METODOLOGIA

3.1 – Caracterização do Município

Conforme dados coletados na Prefeitura Municipal de Guapé (2014), a origem do município de Guapé é no ano de 1825, com a construção da primeira capela, e recebeu o nome de São Francisco de Agupé, trinta anos depois, fez parte como distrito de Boa Esperança, com o nome de São Francisco do Rio Grande. Em 1923, virou município, passando a chamar Guapé, nome oriundo da língua indígena com o significado de uma planta aquática que recobre a superfície dos lagos e rios com suas folhas, formando uma espécie de tapete verde. Com a construção da represa de Furnas, o município, situado entre os rios Grande e Sapucaí, teve grande parte de suas terras e sua própria sede inundadas. Foi, então, construída uma nova cidade em local mais alto.

A cidade de Guapé situa-se no sudoeste de Minas Gerais, na Microrregião de Varginha, nas coordenadas 20° 45' 43" S, 45° 55' 4" O, a sua área é de aproximadamente 934,60 km², ver figura 10.



Figura 10 – Mapa esquemático de Minas Gerais localizando Guapé.

Fonte: Prefeitura Municipal de Guapé (2014)

Seu relevo é predominantemente ondulado com varias serras, a altitude de todo o município varia de 768 a 1332m, e a área urbana da cidade varia da cota 768 até a cota 838m.

Conforme dados do Climatempo (2014), o índice pluviométrico anual é de 1690 mm e as temperaturas médias ocorridas na região nos últimos anos foram:

- Média anual = 20,6 °C;
- Média máxima anual = 27,5 °C;
- Média mínima anual = 15,5 °C.

Os principais corpos d'água da região são o Ribeirão Bom Jardim, o Córrego dos Pereiras e a Represa de Furnas, pertencentes à bacia do Rio Grande.

Encontra-se distante 288 km da capital Belo Horizonte, tendo como principais rodovias de acesso a BR-265 e as MG's 170 e 050. Temos como municípios limítrofes a Guapé: Pimenta, Capitólio, São José da Barra, Carmo do Rio Claro, Ilicínea, Boa Esperança, Cristais, Formiga e Piumhi.

Segundo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE,2014),o último censo demográfico realizado pelo IBGE em 2.010, a população total do município era de 13.872 habitantes, sendo que destes 7174 residiam em área urbana e 7.082 em área rural.

A chegada da hidrelétrica de Furnas boa parte da cidade ficou submersa, coincidentemente, o nome Guapé significa “caminho na água” e com o reservatório seria tomada parcialmente pelas águas com o fechamento das comportas da hidrelétrica.



Figura 11 – Vista aérea da cidade.

Fonte: Prefeitura Municipal de Guapé 2014

No dia 19 de janeiro de 1963, as águas atingem as partes baixas de Guapé, e em março de 1965 o lago encheu por completo, atingindo a área de 1.440 km², a parte do município de Guapé obteve uma área inundada de 206 km², ver figura 11.

Para projetarmos um estudo de tratamento é necessário buscar projeção populacional, vazão, demandas biológica e química, levar em consideração espaço físico, temperatura. É necessário dimensionar com uma estimativa de projeção populacional, usando como dados iniciais os censos de 1990, 2000 e 2010 do IBGE, sendo utilizada uma metodologia de projeção aritmética para estimar o crescimento populacional para daqui a 35 anos.

O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística IBGE, conforme censo, a população era de 12851 habitantes em 1990, a população era de 13622 habitantes no ano de 2000, e a população no ano de 2010 era de 13872 habitantes;

É importante que seja feito um estudo de crescimento populacional com plano de atender não só a situação atual e também planejando para o crescimento resguardando o sistema de saneamento por mais alguns anos, conforme a NBR 9648/86 é necessário adotar algumas definições entre elas o item 2.14- alcance do plano, que é o ano previsto para o sistema planejado passará a operar com utilização plena de sua capacidade, que no nosso caso tem como ano inicial 2015 e ano planejado 2035.

3.2 Critérios e parâmetros para tratamento de esgoto

Os elementos e parâmetros para um projeto básico do estudo do sistema de esgoto sanitário da cidade de Guapé foram definidos a partir de:

- Dados da cidade de Guapé fornecidos pela Prefeitura Municipal;
- Levantamento “in loco” no bairro Lagoa Azul;
- Dados da rede de esgoto fornecidos pelo SAAE;
- Sites com informações da Represa da Hidrelétrica de Furnas;
- Normas técnicas ABNT NBR;
- Resoluções do CONAMA;

Os critérios à adotar para realizar um tratamento de esgoto é o conhecimento da vazão ou descarga, sua característica, sua variação e seus impactos, pois influenciam no projeto das dimensões das canalizações, tipos de bombeamentos, dimensionamento e estudo de espaço

para a implantação de um tratamento. Para isso deve-se conhecer ou estimar a vazão e variações do efluente conforme estudos e Normas vigentes.

3.3 Rede de Esgoto Sanitário existente

O sistema de esgoto sanitário existente na sede urbana de Guapé é administrado e operado pela Prefeitura Municipal por meio do SAAE – Serviço Autônomo de Água e Esgoto, e constitui-se de redes coletoras e estações elevatórias de reversão.

As redes coletoras existentes foram implantadas em sua maioria nos arruamentos de Guapé para atendimento da população, cerca de 44.200 metros de extensão. Segundo os operadores do sistema, as redes coletoras encontram-se em boas condições de funcionamento, sendo necessária a substituição de um pequeno trecho e o projeto de novas redes coletoras em pontos distintos da cidade e do Residencial Parque das Águas, cerca de 4.600 metros.

A figura 12 a seguir mostra a localização dos oito lançamentos de esgoto na represa de Furnas e a localização das quatro bombas elevatórias:



Figura 12 – Localização dos Lançamentos e Elevatórias.

Fonte: Google Earth. 2014

Segundo o SAAE (2014), o sistema de esgoto sanitário de Guapé conta com a coleta de 3601 ligações residenciais e comerciais, na rede coletora da cidade não existe ligação denominada esgoto industrial.

Em quatro pontos distintos da cidade encontram-se as estações elevatórias de esgoto bruto para reversão à rede na cota mais alta direcionando o lançamento para o outro lado da cidade.

A primeira elevatória, Figura 13, está localizada ao final do Conjunto Cândido Barbosa na cota 773 m e recalca os esgotos do local para a Rua do Contorno, com cerca de 670m de recalque para a cota 832 m.



Figura 13 – Elevatória Cândido Barbosa.

A segunda elevatória, Figura 14, encontra-se no Bairro Pontal do Lago, na Rua Um, cota 774 m, recalcando os esgotos do local para a Rua Três de Fevereiro com Av. Dr. Olavo Pinheiro, com cerca de 740 m de recalque para a cota 832 m.



Figura 14 – Elevatória pontal do lago.

A terceira elevatória, Figura 15, encontra-se no Bairro Vila Rica no alinhamento da Rua Nove cota 785 m, recalcando os esgotos do local para a Rod. Guapé-Ilicínea com cerca de 680 m de recalque para a cota 832 m.



Figura 15 – Elevatória Vila Rica.

A quarta elevatória, Figura 16, encontra-se no Bairro Jardim Alto Sumaré na Rua João Moisés na cota 808 m, recalcando os esgotos do local para a Rua Padre Domiciano com Av. Professor Boaventura, com cerca de 435 m de recalque para a cota 822 m.



Figura 16 – Elevatória Alto Sumaré.

Os bairros Parque das Águas e Santa Mônica não têm coleta de esgoto ligada na rede municipal, sendo utilizado o sistema de fossa séptica individual para cada residência.

A localização dos lançamentos do esgoto sanitário da cidade, conforme informações do SAAE e visitas nos locais são compostas por oito pontos distintos sendo:

O primeiro lançamento, Figura 17, encontra-se no fim da Rua João Titó, o fim da tubulação está na cota 766 m.



Figura 17 – Lançamento Rua João Titó.

O segundo lançamento, Figura 18, encontra-se no fim da rua Cap. José Bernardes, o fim da tubulação está na cota 766 m.



Figura 18 – Lançamento Rua José Bernardes.

O terceiro lançamento, Figura 19, encontra-se no fim da Rua Padre João Gualberto esquina com Av. Dona Agostinha, o fim da tubulação está na cota 765 m.



Figura 19 – Lançamento Rua padre João Gualberto.

O quarto lançamento, Figura 20, encontra-se no fim da rua de acesso à Balsa do Barreirinho, o fim da tubulação está na cota 765,5 m.



Figura 20 – Lançamento rua de acesso à balsa Barreirinho.

O quinto lançamento, Figura 21, encontra-se no perpendicular da Rua Antônio Olaia, nos fundos da antiga fábrica de laticínios, o fim da tubulação está na cota 767 m.



Figura 21 – Lançamento rua Antônio Olaia.

O sexto lançamento, Figura 22, encontra-se no fim da rua B do conjunto habitacional Titino Ramos, nos fundos da quadra municipal o fim da tubulação esta cota 767 m.



Figura 22 – Lançamento nos fundos quadra municipal.

O sétimo lançamento, Figura 23, encontra-se no fim da Rua Maestro João Novato, o fim da tubulação está na cota 764,5 m.



Figura 23 – Lançamento nos fundos bairro Bela Vista.

O oitavo lançamento, Figura 24, encontra-se na perpendicular com a rua de acesso a balsa da Araúna nos Fundos da Fazenda Santa Mônica, o fim da tubulação está na cota 764 m.



Figura 24 – Lançamento nos fundos Faz. Santa Mônica.

O presidente do SAAE de Guapé no ano de 2014 “Gerry Adriane Arana”, informou que o município não possui dados de análise laboratorial para caracterizar o esgoto da cidade, sempre coletou e lançou no reservatório. Informou também que existe a possibilidade de iniciar um estudo junto à prefeitura local para a implantação de uma estação de tratamento.

A figura 25, ilustra as demarcações das áreas de influência real de cada ponto de lançamento da rede.

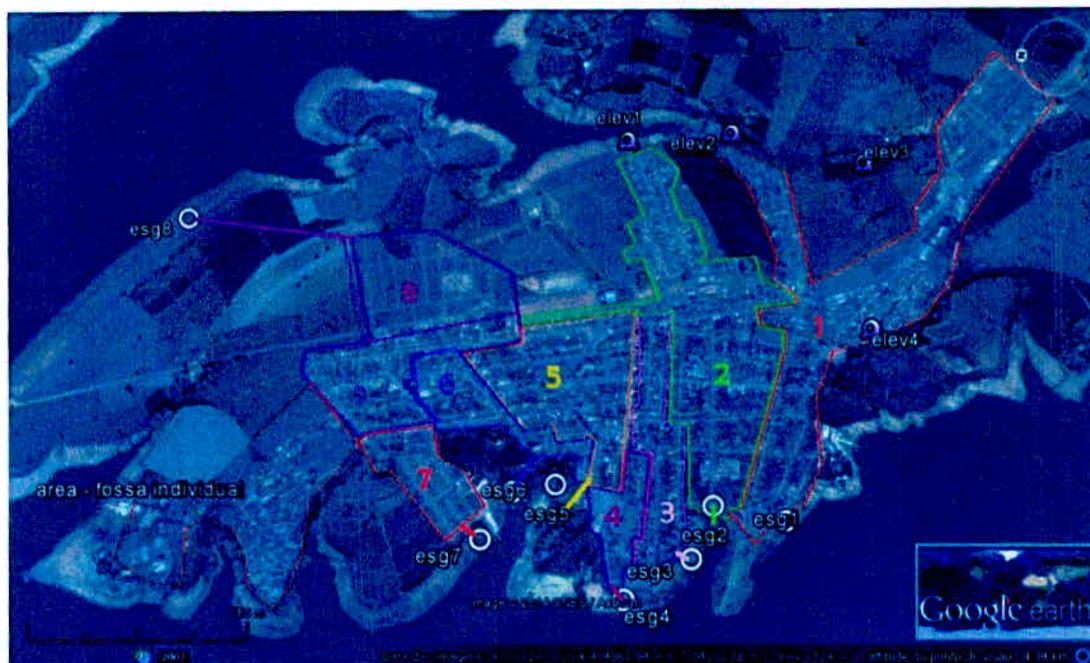


Figura 25 – Área de influência dos lançamentos.

Fonte: Google Earth (2014).

3.4 Levantamento e Dimensionamento da rede de esgoto do bairro “Lagoa Azul”

O estudo de caso está localizado na área de influência número 8, mostrado na figura 25, conforme o mapa acima, O bairro “Lagoa Azul” contém 415 ligações residenciais e pequenos comércios, toda a rede de esgoto do bairro tem a dimensão de 3844 metros de rede, diâmetro de 150 mm, não tem rede interceptora, somente rede coletora e é lançado diretamente ao reservatório.

Como base de dimensionamento, e estimativa de cinco habitantes por ligação, o consumo de água é de 200 litros por pessoa, retorno de 80% para esgoto, o material utilizado para rede é PVC, todos os poços de visitas tem a profundidade de 1,2m, a topografia do terreno favorece a inclinação da rede que está entre 1% e 15%, o esgoto do bairro é lançado diretamente ao reservatório, o ponto de lançamento atual está na cota 764m, percorrendo uma distância de aproximadamente 70 metros a céu aberto até o reservatório de Furnas que está na cota 757,3m.

A rede de esgoto do bairro consiste em:

- rede coletora de esgoto: tubulação da rede que recebe em qualquer ponto do seu comprimento a contribuição da ligação predial;
- coletor tronco: tubulação que recebe contribuição dos coletores e ainda eventualmente, não aconselhável, contribuição residencial isolada;
- interceptor: tubulação que recebe a contribuição do coletor tronco e conduz o esgoto até sua destinação final, sendo ela a um corpo receptor ou uma estação para tratamento. No bairro existe um interceptor de apenas 30m de comprimento;
- poço de visita: câmara destinada à visitação para execução de manutenção à rede de esgoto, reunião de dois ou mais trecho de rede, exige-se que haja tubo de queda, largura de diâmetro 60 cm e profundidade de 1,2m no caso desse bairro; na figura 26, tem-se o exemplo de esquema da rede de esgoto padrão;

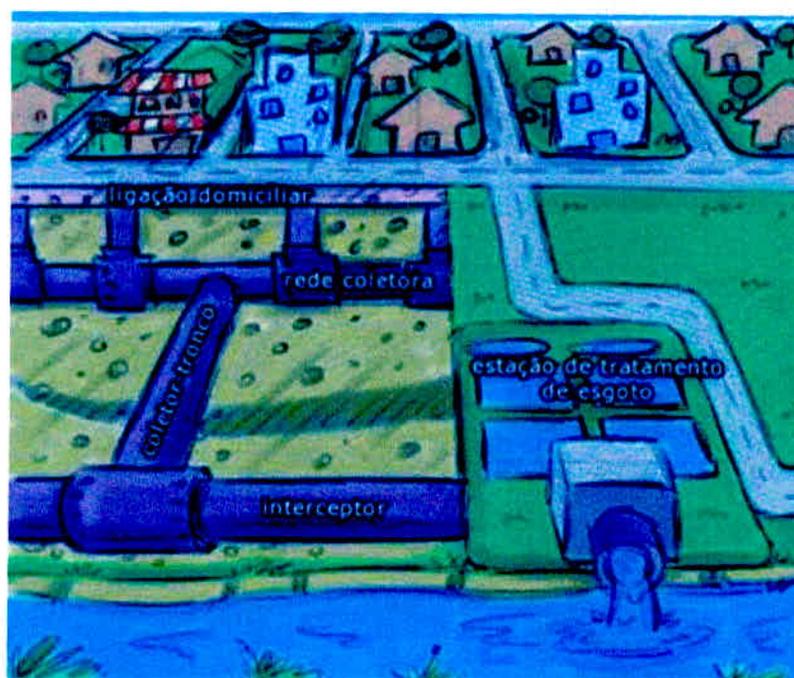


Figura 26 – Esquema rede de esgoto.

Fonte: coletadeesgoto.blogspot (2014)

Vazão de dimensionamento do sistema:

$$Q_d = \frac{(0,8 \times P \times q \times K_1 \times K_2)}{86400} + Q_{inf}$$

Sendo:

Qd= vazão domiciliar (m³/s);

0,8= coeficiente de retorno;

P= população;

q= consumo de água por habitante;

K₁= coeficiente de vazão diária - 1,2;

K₂= coeficiente de vazão horária - 1,5;

Q_{inf}: vazão de infiltração 0,05 à 1,0 l/s/km, adotado 0,3 l/s/km.

Velocidade:

$$V = \frac{Rh^{2/3} \times I^{1/2}}{n}$$

Sendo:

V= velocidade (m/s);

Rh= raio hidráulico (m);

I= inclinação (m/m);

n= rugosidade do material;

Inclinação (declividade):

$$I = \frac{\text{Cota mont.} - \text{Cota jus.}}{\text{Cumprimento do trecho}}$$

Velocidade crítica:

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

Sendo:

V_c= velocidade crítica (m/s);

Rh= raio hidráulico (m);

g= gravidade (9,81 m/s²);

Diâmetro:

$$\phi = \frac{(0,0463 \times Q)^{0,375}}{I^{1/2}}$$

Sendo:

ϕ = diâmetro (m);

Q= vazão (m³/s);

I= inclinação (m/m);

O Croqui do bairro “Lagoa Azul” com a localização da rede, a planilha de dimensionamento e verificação da rede esta no apêndice B.

3.5 Corpo Receptor da Rede de esgoto da cidade de Guapé-MG

O Corpo Receptor da rede de esgoto da cidade de Guapé-MG é a represa do reservatório da hidrelétrica de Furnas, a classificação conforme a resolução 357/05 do CONAMA é a de classe 2, conforme a Alago (Associação dos municípios do lago de Furnas), tendo águas destinadas ao abastecimento doméstico após tratamento convencional, uso para recreação de contatos primários como natação, mergulho, esqui aquático, irrigação e plantas frutíferas e à criação de peixes destinadas à alimentação humana.

Na tabela 9, tem-se o histórico do nível do reservatório de Furnas desde 2002 até os dias atuais, de acordo com os níveis baixos demonstrados é possível identificar quantos meses o esgoto da cidade percorre a céu aberto até chegar a represa de Furnas.

		JANEIRO	FEVEREIRO	MARÇO	ABRIL	MAIO	JUNHO	JULHO	AGOSTO	SETEMBRO	OUTUBRO	NOVEMBRO	DEZEMBRO
2002	Minimo	757,22	760,06	764,03	765,70	766,13	765,93	765,06	763,93	763,55	762,60	762,08	761,68
	Maximo	759,99	763,92	765,64	766,23	766,27	766,16	765,92	765,03	763,92	763,50	762,64	763,08
2003	Minimo	763,12	766,01	767,32	767,59	767,44	767,06	766,25	764,89	763,56	762,52	761,83	761,85
	Maximo	765,82	767,32	767,78	767,83	767,71	767,43	767,06	766,20	764,87	763,52	762,49	762,32
2004	Minimo	762,31	763,79	765,94	767,18	767,78	767,82	767,73	767,10	766,29	766,17	765,68	765,70
	Maximo	763,75	765,78	767,24	767,93	767,94	767,93	767,81	767,75	767,05	766,33	766,18	767,22
2005	Minimo	767,18	767,35	767,53	767,52	767,68	767,73	767,40	766,38	765,98	765,08	764,88	764,92
	Maximo	767,60	767,60	767,87	767,80	767,95	767,87	767,75	767,38	766,36	765,97	765,14	766,28
2006	Minimo	766,38	766,68	767,28	767,47	767,06	766,10	765,25	763,80	761,98	760,30	759,12	759,16
	Maximo	766,96	767,26	767,68	767,62	767,49	767,04	766,08	765,27	763,74	761,95	760,20	760,45
2007	Minimo	760,59	767,00	767,57	767,69	767,72	767,52	766,76	765,65	764,38	763,14	762,66	762,10
	Maximo	766,76	767,80	767,77	767,88	767,92	767,90	767,50	766,75	765,64	764,38	763,12	762,64
2008	Minimo	762,10	763,34	765,69	767,72	767,82	767,58	766,93	766,09	765,12	764,24	764,15	764,08
	Maximo	763,15	765,67	767,71	767,94	767,98	767,84	767,53	766,88	766,06	765,09	764,46	766,02
2009	Minimo	766,15	767,51	767,67	767,84	767,80	767,43	766,90	766,32	766,11	765,90	765,74	765,75
	Maximo	767,58	767,71	767,96	767,97	767,94	767,82	767,44	766,90	766,30	766,12	766,13	766,90
2010	Minimo	766,79	767,16	767,29	767,60	767,26	766,51	765,57	764,34	762,84	761,58	761,28	761,44
	Maximo	767,26	767,27	767,83	767,91	767,71	767,24	766,45	765,57	764,30	762,84	761,55	762,38
2011	Minimo	762,50	766,92	767,46	767,78	767,84	767,29	766,72	765,68	764,49	763,60	762,53	762,52
	Maximo	766,91	767,43	768,00	767,96	767,91	767,88	767,29	766,70	765,98	764,42	763,58	764,26
2012	Minimo	764,40	767,31	766,74	766,04	765,33	765,06	764,23	762,85	760,85	757,16	754,49	753,19
	Maximo	767,27	767,47	767,38	766,73	766,05	765,30	765,10	764,26	762,75	760,79	757,00	754,40
2013	Minimo	753,49	757,99	761,16	763,06	764,10	764,20	763,73	762,79	761,68	761,13	760,47	760,66
	Maximo	757,82	761,10	763,00	764,32	764,37	764,37	764,32	763,77	762,74	761,66	761,10	761,03
2014	Minimo	760,43	758,28	756,96	756,90	757,27	757,34	-	-	-	-	-	-
	Maximo	761,10	760,39	758,21	767,07	757,34	757,35	-	-	-	-	-	-

FONTE: ESCARPASDOLAGO.ORG.BR

Tabela 9 – Histórico do nível do reservatório.

A cota média dos oito pontos de lançamento de esgoto da cidade é 765,6m, comparando com os 90 meses apresentados na tabela acima, pelo menos 48 meses o esgoto da cidade está correndo a céu aberto o que faz agravar fatores como a saúde da população, o uso do lago para recreação diminuindo o potencial turístico, pondo em risco a criação de peixes para sustento humano.

3.6 Sistema proposto para o tratamento do esgoto do bairro “Lagoa Azul”

Vários estudos e técnicas demonstram a necessidade de uso mais adequado para a avaliação e implantação do melhor sistema de tratamento de esgoto sanitário em uma cidade. Vários autores consagrados consideram o projeto de estação de tratamento um dos maiores desafios da engenharia, é importante frisar a viabilidade econômica, parâmetros de eficiência, custo de implantação, custo de operação, custo de manutenção, legislação do nível de tratamento de impactos ambientais, disposição de área de implantação, características do solo, sustentabilidade do sistema.

Questionário para estudo da implantação:

Um questionário foi desenvolvido para o estudo dos tipos de tratamento a implantar no bairro “Lagoa Azul”, elaborado para atender as concepções sugeridas na NBR9648-86, e realizada com o Eng. Municipal há 25 anos Simonedes Sahiun Iunes, e o Eng. Wendell Roschell Christe, proprietário de uma loteadora que vai implantar uma ETE em um condomínio fechado em Guapé.

- Qual o tipo de esgoto coletado e qual as suas características?
- Qual a média da temperatura mínima da cidade?
- Existe a disponibilidade de terreno para a implantação? Qual o valor por m²?
- Há disponibilidade de terreno grande?
- Existe necessidade de obra de terraplanagem?
- No terreno escolhido foi encontrado água? E qual o nível do lençol freático?
- Há necessidade de grande remoção de DBO?

- Há necessidade de grande remoção de Nitrogênio e Fósforo?
- Existe viabilidade elétrica no local?
- Existe apoio da comunidade para a implantação e custeio da operação da ETE?
- Existe mão de obra para a operação e manutenção da ETE?

Sustentabilidade do sistema de tratamento:

Para a implantação, operação e manutenção de uma estação de tratamento de esgoto são necessárias alguns requisitos a serem definidos como: quem será o responsável pelo funcionamento, organização e administração da ETE? Será entidade particular, pública, consórcio ou autarquia?

O custeio de operação e manutenção do sistema como custos de pessoal, energia elétrica, produtos químicos, limpeza de lodo, combustíveis, máquinas, entre outros deverão ser levados em consideração no custeio de tarifas e taxas do próprio sistema, e em alguns casos até com incentivo municipal.

Escolha do sistema de tratamento:

Devido às variáveis encontradas no local de estudo, o tratamento do esgoto do bairro “Lagoa Azul”, tem como área de implantação grande satisfatoriamente para a implantação e distante do centro urbanizado, a alternativa escolhida para a concepção do tratamento do esgoto se ajusta a característica do esgoto gerado no bairro e ao corpo receptor, foi priorizado a escolha dos processos não mecanizados, devido capacidade de carga elétrica do local atualmente não atender processos aerados, o que proporcionará baixo nível de consumo elétrico, a escolha por um sistema anaeróbio será o mais viável devido custo de implantação, operação e manutenção. O esgoto coletado, será lançado a uma estação elevatória, transportado por gravidade através de uma rede interceptora até a ETE

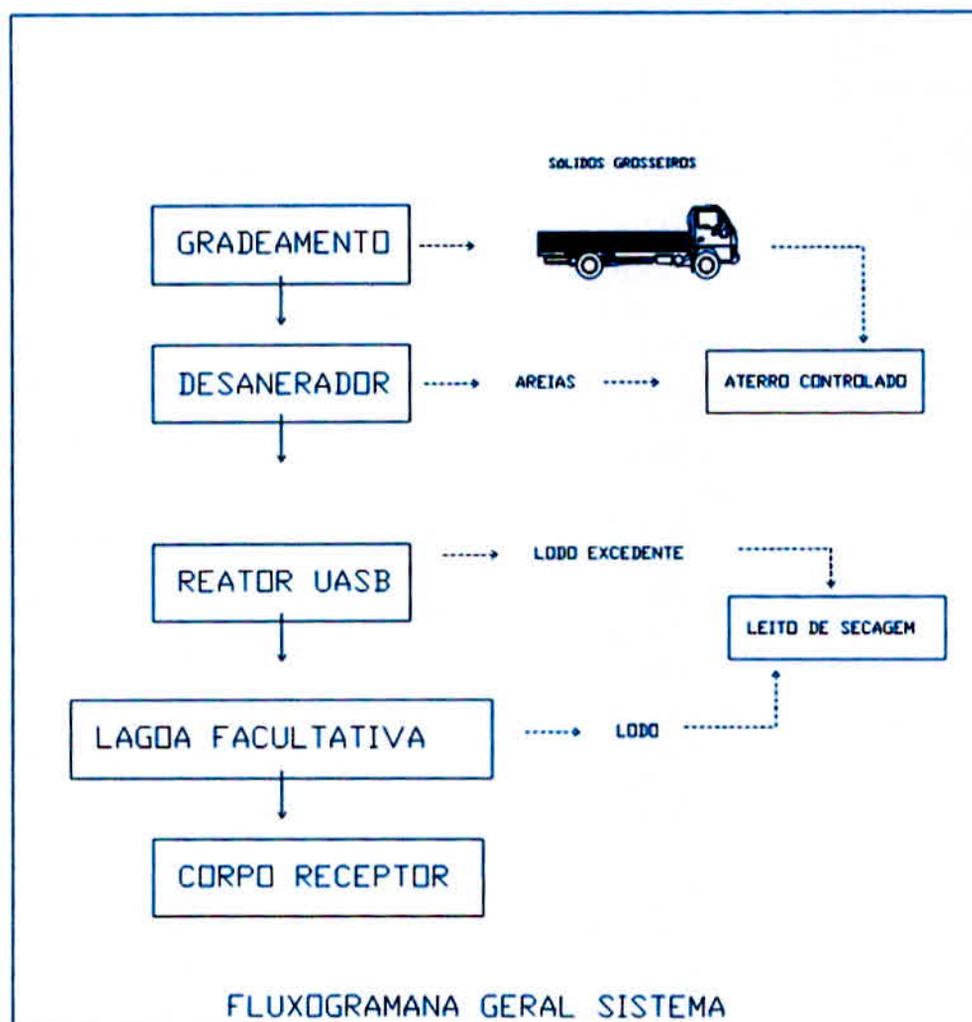


Figura 27 – Fluxograma do sistema de tratamento.

Sugestão do Sistema Proposto: Sistema de reator Anaeróbico com pós tratamento com lagoas Facultativas

Na figura 27 demonstra-se o sistema, a sugestão proposta consiste inicialmente em um tratamento preliminar com grades para a remoção de sólidos grosseiros como restos de vegetação e pequenos animais, tanque de decantação para retirada da areia, contribuindo para que não haja sobrecarga no tratamento sugerido, apresentado cálculos a seguir.

Após o tratamento preliminar, segue o sistema de Reatores anaeróbios de Fluxo ascendente, predominou na escolha por ser um sistema anaeróbico, pois tem baixo custo de implantação, baixo custo de manutenção, gera menos lodo, necessidade de baixa demanda de área, desvantagem é que produz gás metano, que não poderá ser lançado diretamente na atmosfera, e que será inicialmente incinerado, podendo ou não ser aproveitado no futuro como

geração de energia, a eficiência do sistema, conforme Campos (1994), é de 65% a 70%, necessariamente deverá conter um pós tratamento.

O pós tratamento é uma Lagoa Facultativa, tem as mesmas vantagens do sistema anterior por também se tratar de um sistema anaeróbio, a diferença é que necessita de grandes áreas para a implantação seguida da necessidade de estar distante do centro urbano por 570 metros devido à possibilidade de maus odores, que por o efluente já vir pré tratado de um reator anaeróbio diminui a necessidade de grande área, a profundidade utilizada será de 1,5 metros, conforme calculado a seguir, é satisfatoriamente adequada ao nível do lençol freático do local de implantação. O funcionamento do tratamento será através das ações das algas e bactérias sob a influência da luz solar pelo processo de fotossíntese, as barragens da lagoa serão somente em solo compactado.

Os lodos provenientes do reator e da lagoa serão transportados para um leito de secagem e depois doados para a prefeitura local para adubação das praças da cidade, o sólido retirado da grade será transportado para um aterro controlado.

Uma grande vantagem no conjunto de tratamento escolhido é que o consumo de energia elétrica para a operação é muito baixa em relação aos outros sistemas e adequada para o local, na figura 28, tem-se um sistema equivalente ao proposto.

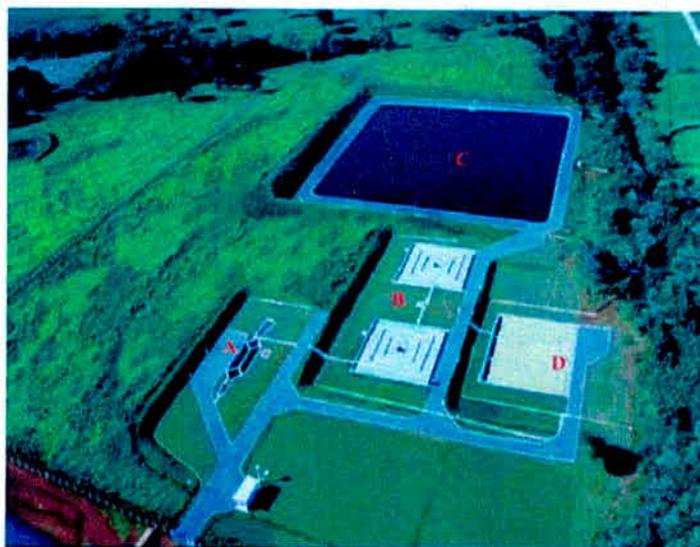


Figura 28 – Vista aérea do sistema de tratamento com RAFA e Lagoa Facultativa.

Fonte: Goiás – SANEAGO (2007)

3.7 Área de implantação

O desenvolvimento das alternativas de concepção do sistema de tratamento será desenvolvido de forma a atender as diretrizes definidas pela SAAE, obedecendo às normas vigentes da ABNT, resoluções 01/86 e 357/05 do CONAMA.

Para o bairro “Lagoa Azul” a opção de tratamento configura-se como a boa opção, pois a topografia local possibilita a junção de todo o esgoto recolhido em um único ponto e implantação de uma ETE, buscando viabilidade econômica, bem estar social, sanar problemas causados pelo esgoto sem tratamento e lançamento poluidor no lago de Furnas, que para a cidade é utilizado como bem turístico.

O município dispõe de uma área próximo ao bairro “Lagoa Azul”, figura 29, com condições adequadas para a implantação para a implantação da ETE, essa área sugerida localiza-se distante do centro urbano, próxima às coordenadas N=7.704.930 E=405.094, com o nível de lençol freático atendendo as determinações para a estação de tratamento proposta no local sem rebaixamentos e adequações, conforme relatório de sondagem cedido pela Prefeitura Municipal no anexo A.

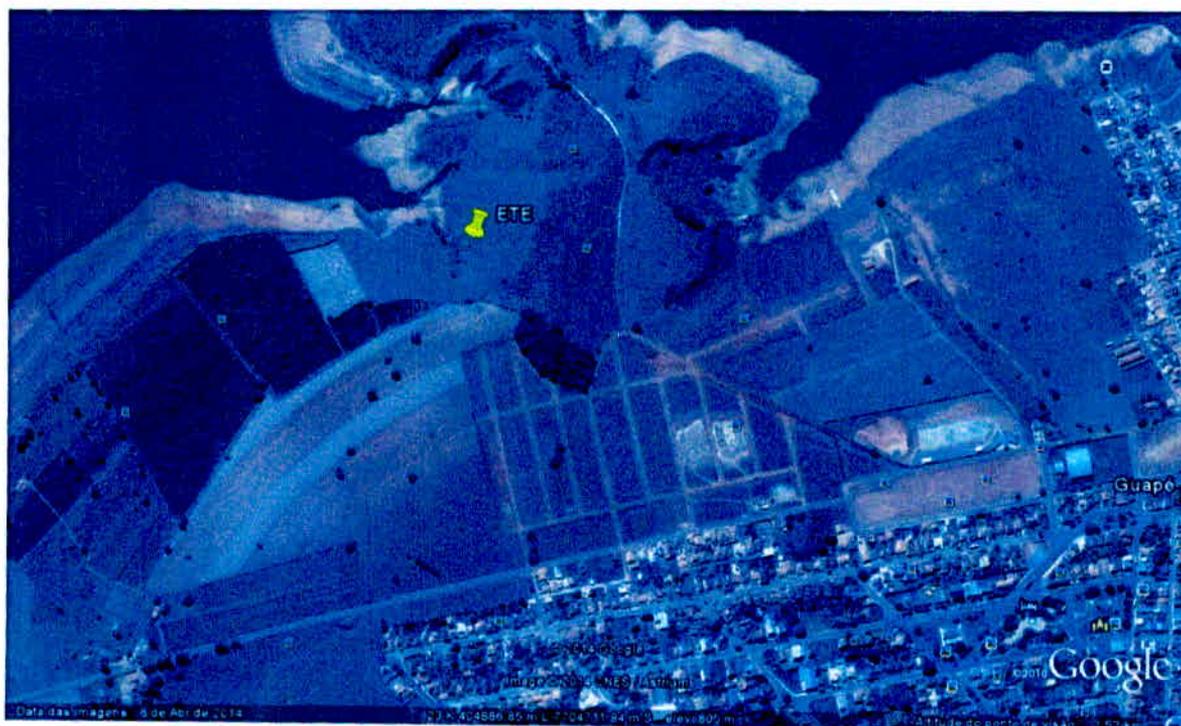


Figura 29 – Área sugerida para implantação da ETE.

Fonte: Google Earth- (2014).

4 RESULTADO

O trabalho inicialmente era avaliar o sistema de esgoto da cidade e o lançamento do mesmo sem tratamento no reservatório de Furnas, foram identificados outros problemas, o esgoto corre a céu aberto com o baixo nível do reservatório e não existe análise laboratorial desse esgoto lançado por inúmeros pontos no reservatório.

Após o estudo da rede de esgoto, lançamentos e elevatórias da cidade, em estudo específico foi analisado o sistema de esgoto do bairro Lagoa Azul, onde foi realizado o levantamento geral do sistema, dimensões da tubulação, comprimento, números de ligações, poços de visitas, inclinação topográficas, cota do corpo receptor, estudo de área e tipo de tratamento para implantação da ETE.

O propósito é sanar o deficiente sistema de esgoto atual, preservando a água do corpo receptor para diversos tipos de utilização.

Como resultado, está sendo proposto à implantação de uma rede interceptora para transportar o esgoto coletado até uma estação elevatória que será criada próximo ao PV44 na cota 778, ver apêndice B, recalando para o PV na cota 802 na divisa do bairro, ver apêndice C, e assim conduzido por gravidade na rede interceptora percorrendo uma distancia de 570 metros até a cota 780 da estação de tratamento a ser implantada.

Conforme dimensionamento a seguir, a estação de tratamento proposta terá um tratamento primário composto por um conjunto grade de 80 cm e lamina de 7 cm com barras de 3/8" e caixa de areia de 60 cm com 20 cm de profundidade para a remoção de sólidos grosseiros e óleos, seguido de tratamento por dois reatores anaeróbio de fluxo ascendente com altura de 3 metros e dimensões 3,5x6 metros, seguindo para a próxima etapa do tratamento uma lagoa facultativa de profundidade de 1,5 metros e dimensões de 30x60 metros, os lodos retirados nos reatores e na lagoa será levado a um leito de secagem com dimensões de 10x10 metros com piso de blocos sextavados de concreto e inclinação de 3%.

Conforme cálculos a seguir, os reatores de fluxo ascendente resultam em uma eficiência de 76,95% dos 271 mg/l de DBO existente, restando para a segunda etapa de tratamento 62,5 mg/l de DBO, a etapa da lagoa facultativa obteve 65,4% de eficiência restando 21,63 mg/l, totalizando uma eficiência no sistema proposto de 92% de tratamento do esgoto do bairro.

4.1 Dimensionamento do sistema proposto

Dados para dimensionamento:

- População: 415 ligações x média de 5 habitantes por ligação = 2000 habitantes;
- Vazão total: 6,8 l/s (esgoto doméstico);
- Velocidade: 1,35m/s à 4,28 m/s de velocidade crítica;
- DBO hab/dia médio: 54g DBO5;
- DBO médio atendido: 90 kg dbo/dia;
- DQO médio atendido: 162 kg dqo/dia;
- DBO Afluente: 271 mg/l
- DQO Afluente: 488 mg/l
- Vazão média Afluente: 332m³/dia;
- Temperatura: 15,5°C (média das mínimas anual);

-Dimensionamento do diâmetro da rede:

Come exemplo de dimensionamento da rede toma-se o trecho PV44-PV41:

$$Q = 6,54 \text{ L/s} \rightarrow 0,0064 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$I = 0,1349 \text{ m/m}$$

$$N = \text{PVC} = 0,013 \quad y/d = 40\%$$

$$Rh/D = 0,215 \rightarrow Rh0,0215$$

$$\text{Fórmula} = \phi = \frac{(0,0463 \times Q)^{0,375}}{I^{1/2}} = (0,0463 \times 0,0064 / 0,0393^{1/2})^{0,375} = 0,07 \text{ m} \rightarrow 100\text{mm}$$

$$Vf = (Rh^{2/3} \times I^{1/2}) / n = (0,0215^{2/3} \times 0,1349^{1/2}) / 0,013 = 2,19 \text{ m/s}$$

$$Vc = 6 \times (Rh \times G)^{1/2} = (0,0215 \times 9,81)^{1/2} = 2,75 \text{ m/s}$$

$$Vf < Vc.$$

As especificações técnicas descreve que para o funcionamento do sistema $V_f < V_c$.
Portanto o diâmetro adende.

-Dimensionamento da Grade e caixa de Areia:

Para grade, considerando:

- espaçamento entre barras: 20mm
- espessura das barras: 10mm (3/8")
- largura das barras: 5,08cm (2")
- comprimento da grade: 80 cm
- ângulo de instalação: 60°
- lâmina: 7cm

$$A_u = S \times E$$

- A_u : Area útil do canal na passagem da grade (m^2);
- S : largura do canal x lâmina a jusante da grade: $0,80 \text{ m} \times 0,07 \text{ m} = 0,056 \text{ m}^2$;
- E : eficiência da grade

$$E = \frac{a}{a + t} \cdot 100 = \frac{20}{20 + 10} = 66,67\%$$

$$\text{área útil: } 0,056 \times 0,667 = 0,0374 \text{ m}^2$$

$$\text{perda de carga: } \frac{H_f \cdot 1,43(V_g^2 - V_c^2)}{2 \times G} = \frac{1,43(0,75^2 - 0,50^2)}{2 \times 9,81} \rightarrow H_f: 0,23 \text{ m.}$$

Onde:

G : 9,81m/s;

V_g : velocidade da grade limpa (0,75 adotado);

V_c : velocidade a montante da grade ($V_c = V_g \cdot E \rightarrow 0,75 \times 66,67\% = 0,50$);

Para Caixa de Areia, considerando:

- largura: 60 cm
- profundidade : 20 cm
- lâmina: 7cm

$$\text{Área} = (0,20 + 0,07) \times 0,60 \text{ m} = 0,162 \text{ m}^2$$

$$V = Q/A \rightarrow 6,8 / 0,162 / 1000 = 0,042 \text{ m/s}$$

$$L = V/Q \times A = 0,042/0,0068 \times 0,162 = 1,00 \text{ metro.}$$

$$\text{Taxa de aplicação: } (587 \text{ m}^3 / \text{dia}) / (0,6 \times 1,0 \text{ m}) = 979,2 \text{ m}^3/(\text{m}^2.\text{dia}).$$

Conforme a NBR 12.209, a taxa padronizada é de 600 a 1300 m³/(m².dia), portanto atendendo as especificações.

-Característica do Leito de Secagem:

Para a secagem do lodo oriundo da lagoa facultativa e dos Reatores será adotada uma área de 100 m² com as dimensões de 10 metros de largura por 10 metros de comprimento. Com piso de bloquetes sextavados e inclinação de 3% do eixo central para as laterais.

-Dimensionamento dos Reatores Anaeróbios de Fluxo Ascendentes:

$$L = 162 \text{ kg de DQO} / \text{dia}$$

$$\text{THD} = 8 \text{ horas}$$

$$Q = 332 \text{ m}^3 / 24 \text{ horas} = 13,84 \text{ m}^3 / \text{hora}$$

$$V = Q \times \text{TDH} = 13,84 \times 8 \text{ horas} = 111 \text{ m}^3$$

Trabalhando com dois reatores de 55,5 m³ para cada,

Adotado = 60m³ para cada reator

H = 3 metros

Área de cada reator igual a 20 m².

Comprimento do reator = 3,5 metros

Largura do reator = 6 metros

CHV – carga hidráulica volumétrica,

$$CHV = 332\text{m}^3 / 120 \text{ m}^3 = 2,8 \text{ m}^3/\text{m}^3 \text{ dia} .$$

$$TDH = 120/ 332 = 0,36 \times 24 \text{ HORAS} = 8,7 \text{ HORAS} > 7$$

Conforme a NBR 12.209, o tempo de detenção hidráulica deverá ser maior que 7 horas portanto atendendo as especificações.

COV = carga orgânica volumétrica

$$COV = S \times Q / V = 0,6 \times 332 / 120 = 1,66 \text{ Kg DQO}/ \text{m}^3 \text{ dia} (\text{ menor que 3 que é o limite para esgoto sanitário doméstico}).$$

Limite de velocidade:

$$V = Q \text{ médio} / \text{Área} = 13,84 / (3,5 \times 6,0 \times 2) = 0,33 \text{ m/h}$$

$$V = Q_{\text{max.}} = V Q_{\text{med}} \times 1,2 = 0,40 \text{ m/h}$$

Sistema de distribuição:

Adotado a área de influência de 2,25 cm² para cada tubo de distribuição, temos:

$$N_d = \text{área total} / \text{área de influência do tubo} = 42/2,25 = 18,66 \text{ tubos}$$

Cada reator terá 10 tubos de distribuição totalizando 20 tubos.

Estimativa de remoção:

$$\text{Estimativa DQO} = 100 \times (1 - 0,7t^{-0,35}) = 100 \times (1 - 0,7 \times 8,7^{-0,35}) = 67,15\%$$

$$\text{Estimativa DBO} = 100 \times (1 - 0,68t^{-0,5}) = 100 \times (1 - 0,68 \times 8,7^{-0,5}) = 76,95\%$$

-Dimensionamento da Lagoa Facultativa:

Com a estimativa de remoção dos reatores no pré tratamento de 67,15% em DQO e 76,95 % em DBO, e conforme dados iniciais de dimensionamento temos:

$$\text{DBO médio} = 90 \text{ kg DBO/dia menos } 76,95 \% \text{ tratado nos reatores}$$

$$20,75 \text{ kg DBO/dia} + 25\% \text{ de majoração} =$$

$$26 \text{ kg DBO/dia para dimensionamento da Lagoa Facultativa}$$

- Área da Lagoa:

LS = de 100 a 140 kgDBO5/ha.dia em regiões com inverno frio e insolação baixa;

$$\text{ÁREA} = L / \text{LS} = 26 \text{ kg DBO/dia} / 140 \text{ kg DBO5/ha.dia} = 0,186 \text{ hectare} = 1860 \text{ m}^2.$$

$$\text{Adotar } 1900 \text{ m}^2 \times 1,5 \text{ m de altura} \rightarrow \text{Volume} : 2700 \text{ m}^3$$

-TDH – Tempo de detenção hidráulica

$$\text{TDH} = V / Q = 2700 / 332 = 8,2 \text{ dias}$$

- Correção de K:

$$K_{15,5} = K_{20} \times \Theta^{(t-20)} = 0,3 \times 1,05^{(15,5-20)} = 0,241$$

- Cálculo de DBO efluente a Lagoa:

$$S = S_0 / (1 + K \times t) = 26/332 \times 1000 = 78,30 = 26,30 \text{ mg/l}$$

$$1 + 0,241 \times 8,2 \quad 2,97$$

$$\text{DBO particulado} = \text{para cada } 100\text{mg/l} = 1\text{mgs/l} - 26/332 = 78,30 \text{ mg/l} = 0,78 \text{ mg/l}$$

$$\text{DBO TOTAL} = 26,30 + 0,78 = 27,08 \text{ mg/l}$$

$$\text{- Eficiência} = \frac{78,30 - 27,08}{78,30} \times 100 = 65,4 \%$$

-Dimensionamento da Lagoa:

$$\text{-Volume / altura} = 2700 / 1,5 = 1800 \text{ m}^2 = \text{retângulo } B \times L \rightarrow B = 2L$$

$$2B^2 = 1800 \rightarrow B^2 = 900 \rightarrow B = 30 \text{ m} ; L = 60 \text{ m.}$$

- Acumulo de lodo:

Como base de dimensionamento de acumulo de lodo temos um parâmetro de 0,05 m³/hab.ano, como no pré tratamento dos reatores já foi tratado mais de 75% do esgoto temos um parâmetro de cerca de 0,015 m³/hab.ano, a população atendida foi de 2000 habitantes no bairro Lagoa Azul.

$$0,013\text{m}^3/\text{hab.ano} \times 2000 \text{ habitantes} = 26 \text{ m}^3$$

$$26\text{m}^3 / \text{pela área } (20\text{m} \times 30\text{m}) = 0,015 \text{ m por ano} = 1,5 \text{ cm}$$

A limpeza do lodo da lagoa, tem que ser feita quando a altura do lodo atingir 10% da sua altura, ou seja 10% de 1,5 m = 15 cm.

$$\frac{15\text{cm}}{1,5\text{ cm/ano}} = 10 \text{ anos para cada limpeza.}$$

4.2 Custos de implantação

O sistema proposto tem como objetivo tratar o esgoto do bairro “Lagoa Azul, a rede atual não dispõe de rede interceptora. O orçamento da implantação da ETE, preços coletados em base SINAPI (2014), tem como itens a implantação da rede interceptora de esgoto, estação elevatória de esgoto até a ETE, e implantação da estação de tratamento de esgoto que é composta de grade, caixa de areia, dois reatores anaeróbio de fluxo ascendente, uma lagoa facultativa, um leito de secagem, uma edificação de controle da ETE composta por escritório, banheiros, copa, laboratório, sala de controle, depósito, e por fim rede de lançamento do esgoto tratado ao corpo receptor que é o lago de Furnas.

Segue dados do orçamento, conforme planilha orçamentária nos apêndices E e F, dados coletados em imobiliárias da cidade:

- custo da área para a implantação da ETE: área de 4200m² x R\$80,00/m² = R\$336.000,00
- rede interceptora da rede coletora até a elevatória e da elevatória até a ETE = 650 metros de rede com diâmetro 200 mm de tubo ocre= R\$ 84.214,37
- estação elevatória de esgoto: R\$ 56.214,83
- estação de Tratamento de esgoto: R\$ 368.143,22

Custo total para a implantação: R\$ 844.572,42 (oitocentos e quarenta e quatro mil quinhentos e setenta e dois reais, quarenta e dois centavos).

5 CONCLUSÃO

A conclusão desse estudo fez necessário destacar as vantagens e desvantagens dos projetos pesquisados e a melhor adequação ao tratamento de esgoto no bairro, servindo de parâmetros para a expansão de um tratamento do esgoto para toda a cidade.

O trabalho proporcionou um enorme conhecimento do sistema do esgoto local, caracterizado conforme o traçado e direção das tubulações, estudo topográfico, estudo dos pontos de lançamentos, localização das estações elevatórias utilizadas para o recalque do esgoto redirecionando a rede, estudo do histórico dos níveis do reservatório da hidrelétrica de Furnas, cota dos pontos de lançamentos do esgoto.

Para a solução dos problemas encontrados, sugere-se a implantação da estação de tratamento de esgoto proposta nesse trabalho devido às disponibilidades viáveis para o local.

Em virtude dos fatos apresentados, conclui-se com a realização do trabalho, que existe um descaso quanto ao esgoto da cidade, necessitando-se de uma atenção maior voltada para um tratamento antes de lançá-lo ao corpo receptor, buscando soluções ao ineficiente sistema de saneamento de Guapé.

Com isso, a necessidade de tratar o esgoto torna-se uma solução desses problemas, influenciando diretamente no tema proposto desse estudo, dando suporte para a viabilidade de implantação da ETE ao bairro “Lagoa Azul” e parâmetros de dimensionamento do sistema proposto.

O trabalho foi de suma importância para o enriquecimento na conclusão do curso de engenharia, visto que foi realizado um levantamento de dados e o real dimensionamento para a rede de esgoto do bairro “Lagoa Azul”, comparando assim a eficiência da rede existente.

REFERÊNCIAS

ABNT, NBR 13.969/97 - Tanques sépticos - Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos;

ABNT, NBR 9648/86 - Estudos de Concepção de Sistemas de Esgoto Sanitário;

ABNT, NBR 12.209/92 – Projeto de estação de tratamento de esgoto sanitário;

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS – ANA- Programa de Despoluição de Bacias hidrográficas: PRODES. Disponível em: <<http://www.ana.gov.br/prodes/>. Acesso em: 14 de outubro de 2014.

CAMPOS, J.R. Alternativas para tratamento de esgoto. Americana/SP.1994.

CONAMA, Resolução 01/86.

CONAMA, Resolução 237/97.

CONAMA, Resolução 357/05.

CONAMA, Resolução 377/06.

COPASA. Dados sobre processos de tratamento de esgoto. Disponível em: <<http://www.copasa.com.br/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?sid34>. Acesso em 25 de outubro de 2014.

Dados da população da cidade de Guapé. Disponível em: <<http://www.cidades.ibge.gov.br/painel; cidade Guapé-MG>>. Acesso em: 12 de maio de 2014.

Dados da ete de Alfenas, MG. Disponível em: <<http://www.copasa.com.br/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?infoid=927&sid=129>>. Acesso em: 10 de outubro 2014.

Dados da ete de Passos, MG. Disponível em: <http://www.passos.mg.gov.br/index.php?option=com_content&task=view&id=504&Itemid=109>. Acesso em: 10 de outubro 2014.

CLIMATEMPO, Dados do clima da cidade de Guapé, MG. Disponível em: <<http://www.climatempoconsultoria.com.br/servicos/historico-de-dados-meteorologicos>>. Acesso em: 20 de junho 2014.

Dados sobre cidade de Guapé. Disponível: <<http://www.cidades.gov.br>>. Acesso em: 21 de abril de 2014.

Dados sobre coleta de esgoto. Disponível: <<http://coletadeesgoto.blogspot.com.br>>. Acesso em: 02 de outubro de 2014.

Dados sobre o nível do reservatório. Disponível em: <<http://escarpasdolago.org.br/?load=nivel>>. Acesso em 23 maio 2014.

Dados sobre o reservatório de Furnas. Disponível: <<http://www.alago.org.br>>. Acesso em: 16 maio 2014.

Dados sobre saneamento. Disponível: <<http://www.tratabrasil.org.br>>. Acesso em: 20 de abril 2014.

Dados sobre saneamento. Disponível em: <<http://www.copasa.com.br/>>. Acesso em: 12 de maio 2014.

GUAPÉ, Prefeitura Municipal, dados da cidade e terrenos de propriedades municipais.

GUAPÉ, SAAE (Serviço autônomo de água e esgoto), dados sistema da rede de esgoto municipal e diretrizes.

FUNASA, Dados sobre economia gasto saúde quanto ao saneamento. Disponível em: <<http://www.funasa.gov.br/site>>. Acesso em 21 de outubro de 2014.

MINISTÉRIO DAS CIDADES, Dados sobre programas de tratamentos. Disponível em: <<http://www.cidades.gov.br>>. Acesso em: 21 de outubro de 2014.

Oseas2010. Figura lagoa de maturação. Disponível em <<http://oseas2d2010.blogspot.com.br/2010/05/lagoa-de-maturacao-fase-final-de-todo.html?m=1>>. Acesso em: 08 de outubro de 2014.

PREFEITURA MUNICIPAL DE GUAPÉ, Dados sobre a cidade. Disponível em: <<http://www.guape.mg.gov.br>>. Acesso em: 28 de abril de 2014.

SANEAGRO. Figura sobre estação de tratamento. Disponível: <<http://www.saneagro.com.br/site/eteg1.html>>. Acesso em: 05 de novembro de 2014.

SANEAMENTO,SP. Figura sobre lagoa facultativa. Disponível: <http://www.saneamento.sp.gov.br/crbst_5.html>. Acesso em: 12 de novembro de 2014.

SABESP. Figura esquema da rede de esgoto. Disponível em: <<http://site.sabesp.com.br/site/interna/default.aspx?secaold=50>>. Acesso em 12 de outubro de 2014.

SANEAMENTO,ufrj. Figura sobre lagoa aerada. Disponível: <<http://www.saneamento.poli.ufrj.br/site/pt-br/lagoa-aerada/>>. Acesso em: 12 de novembro de 2014.

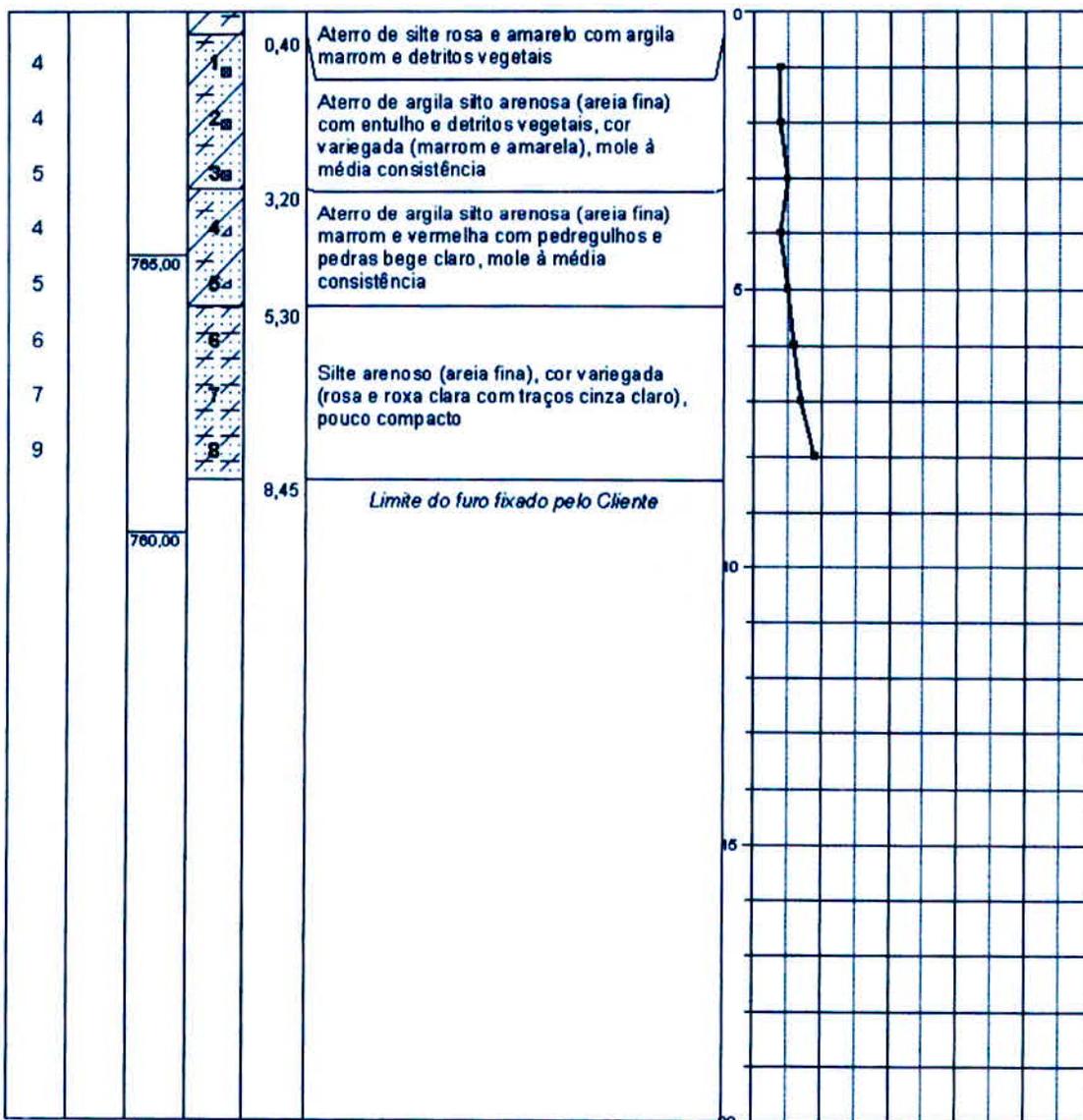
SINAPI, Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil. 2014.

VON SPERLING, Marcos. Princípios do tratamento biológico de águas residuárias- Princípios básicos do tratamento de esgoto. Vol.2 – Belo Horizonte. 1996.

VON SPERLING, Marcos. Princípios do tratamento biológico de águas residuárias- Lagoas de Estabilização. Vol.3 – Belo Horizonte. 1996.

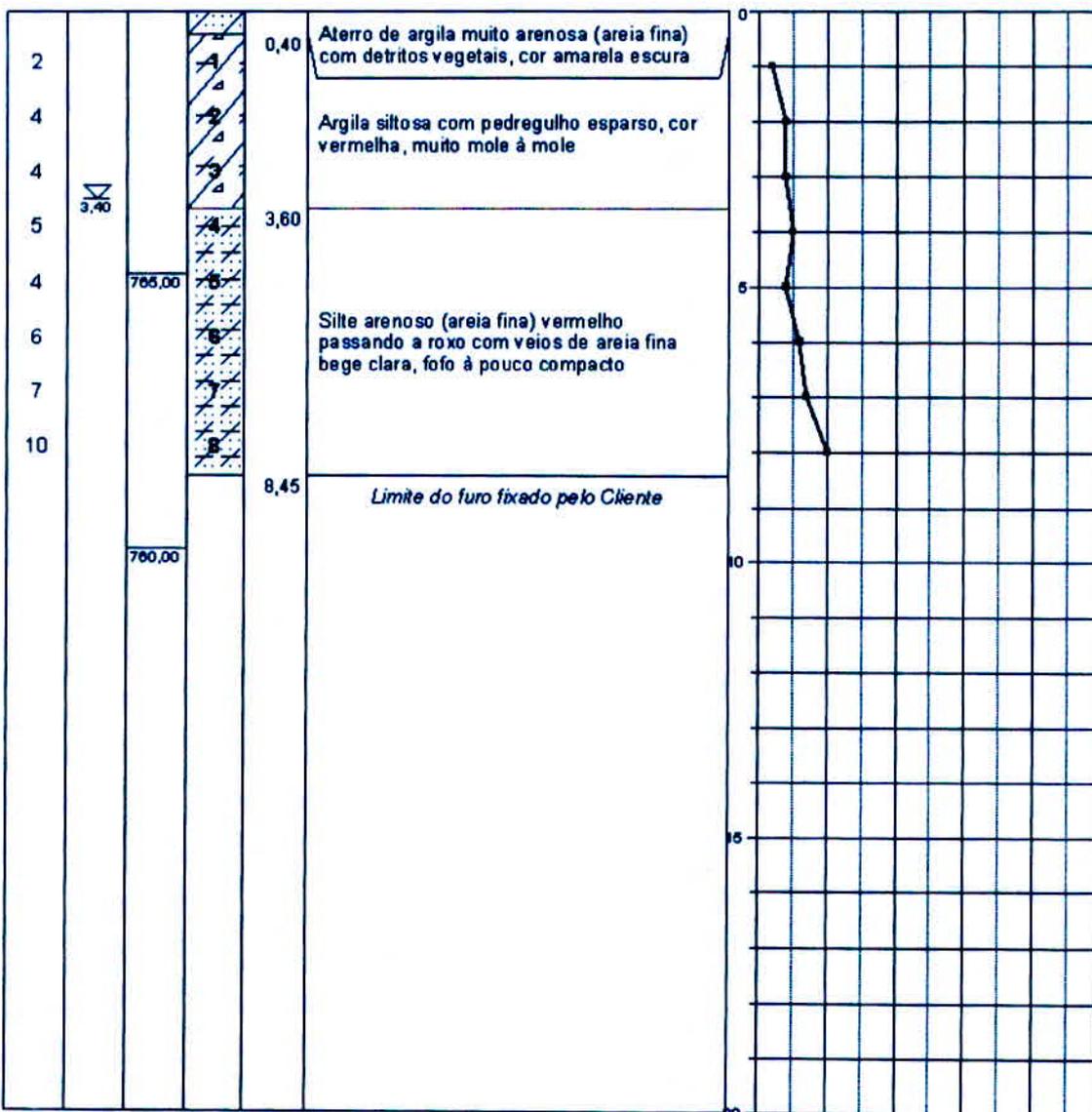
VON SPERLING, Marcos. Princípios do tratamento biológico de águas residuárias- Introdução à qualidade da água e ao tratamento de esgotos. Vol. 1 – Belo Horizonte. 1996.

FURO No. SP. 18					PROFUNDIDADE DO NÍVEL D'ÁGUA		ENSAIO DE PENETRAÇÃO							
COTA: 769,402					INICIAL:		REVESTIMENTO: \varnothing 2 1/2"							
					FINAL: Seco em 27/10/10		AMOSTRADOR: \varnothing Interno: 1 3/8"							
					OBS.:		\varnothing Externo 2"							
							Peso 65 Kg - Altura da Queda 75cm							
Indice do S.P.T.	Posição do Nível D'Água	Cota em Relação ao R.N. (m)	Amostras	Prof. da Camada (m)	COMPRIMENTO REVESTIDO: 4,00 m					No DE GOLPES (30 cm)				
					CLASSIFICAÇÃO DO MATERIAL					10	20	30	40	50



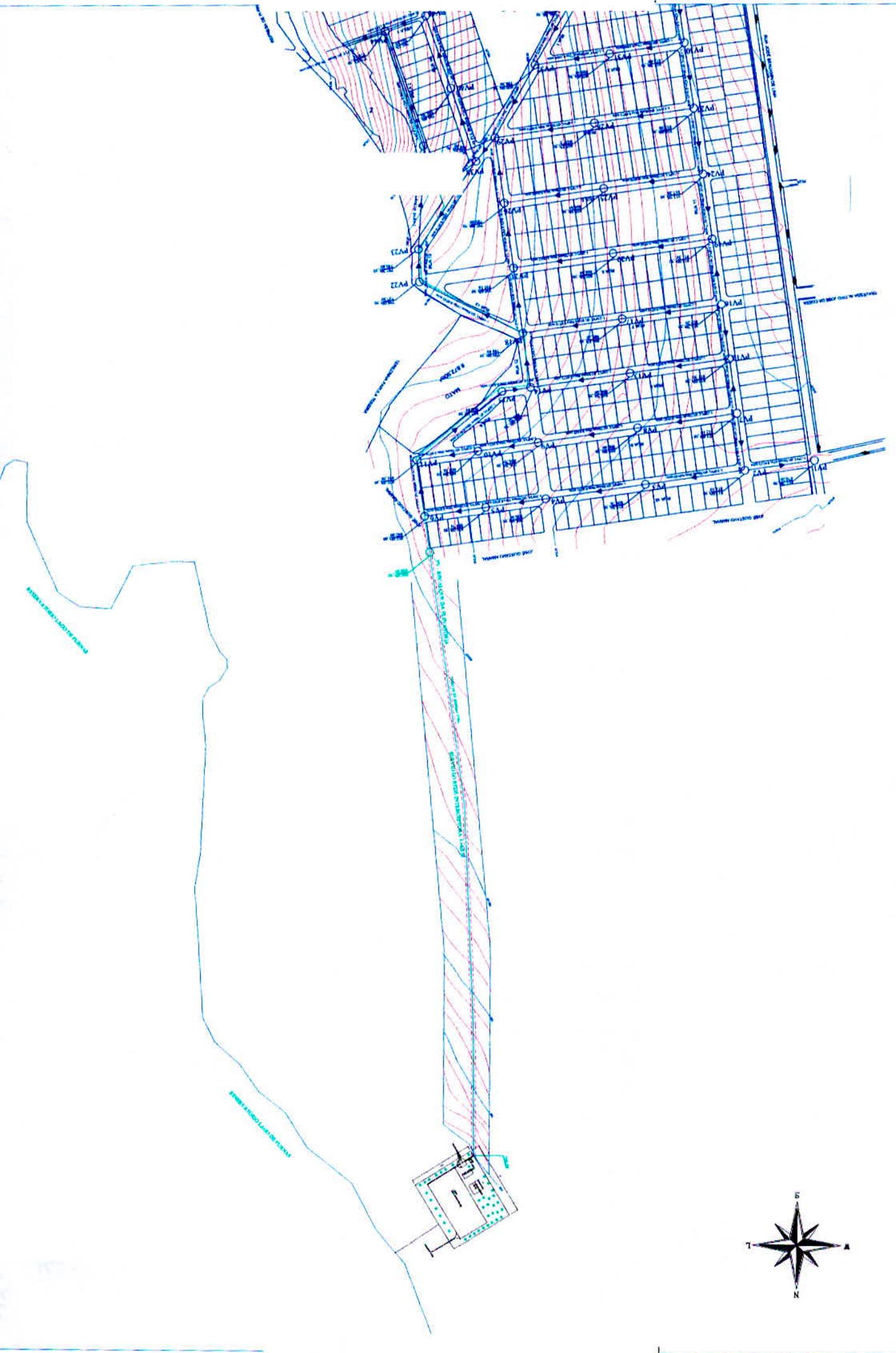
 STANDARD PENETRATION TEST	CLIENTE: PLANEX S/A - CONSULTORIA DE PLANEJ. E EXECUÇÃO	DATA: 27/10/10
	OBRA: SISTEMA DE ESGOTO SANITÁRIO	PROJ.
	LOCAL: E.E.B. - 03 - GUAPÉ - MG	DES. Oláucia

FURO No. SP. 19					PROFUNDIDADE DO NÍVEL D'ÁGUA		ENSAIO DE PENETRAÇÃO							
COTA: 769,763					INICIAL: 3,50 m em 26/10/10		REVESTIMENTO: \varnothing 2 1/2"							
					FINAL: 3,40 m em 27/10/10		AMOSTRADOR: \varnothing Interno: 1 3/8"							
					OBS.:		\varnothing Externo 2"							
					OBS.:		Peso 65 Kg - Altura da Queda 75cm							
Índice do S.P.T.	Posição do Nível D'Água	Cota em Relação ao R.N. (m)	Amostras	Prof. da Camada (m)	COMPRIMENTO REVESTIDO: 4,00 m					No DE GOLPES (30 cm)				
					CLASSIFICAÇÃO DO MATERIAL					10	20	30	40	50

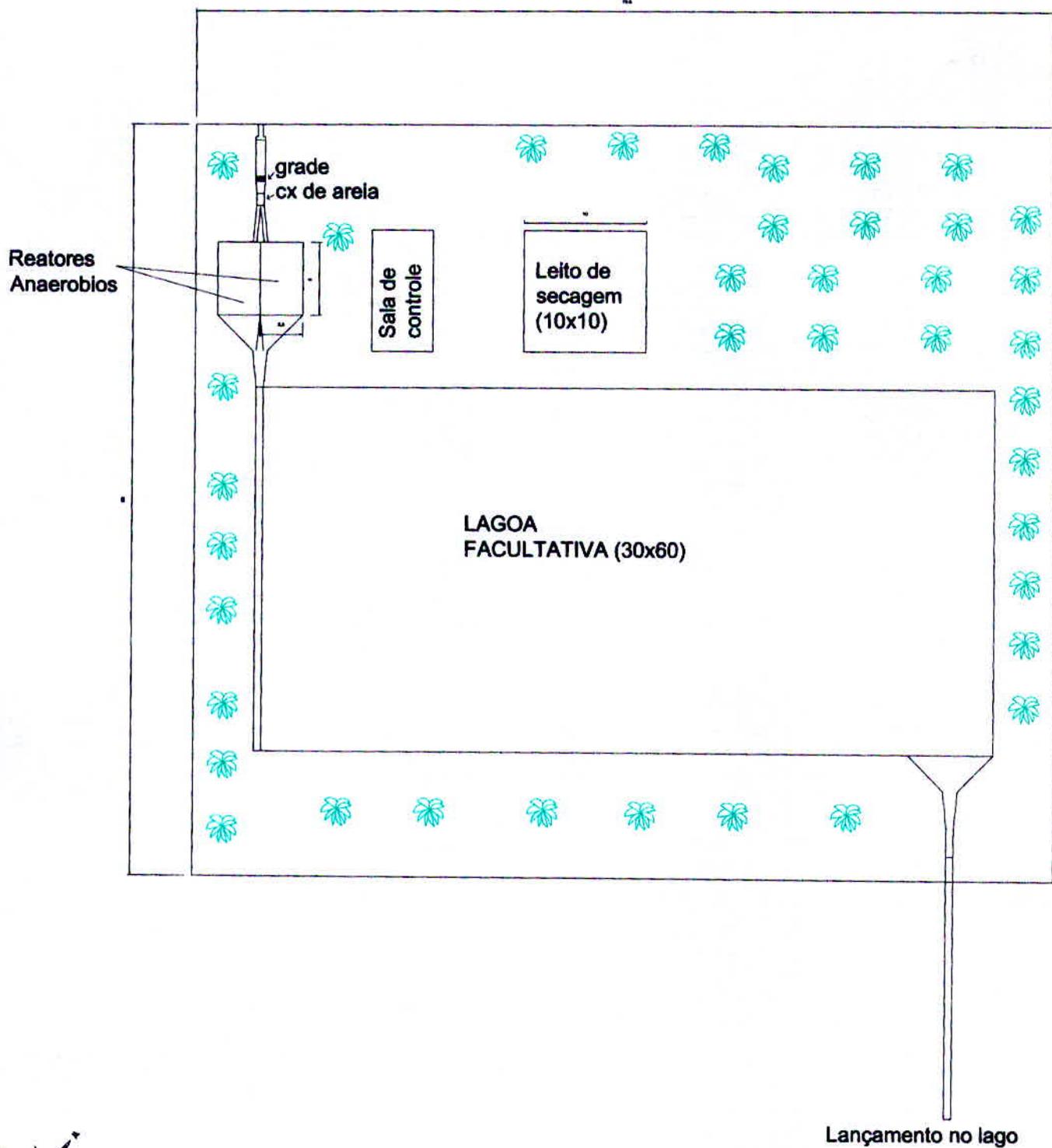


 STANDARD PENETRATION TEST	CLIENTE: PLANEX S/A - CONSULTORIA DE PLANEJ. E EXECUÇÃO	DATA: 27/10/10
	OBRA: SISTEMA DE ESGOTO SANITÁRIO	PROJ.
	LOCAL: E.E.B. - 04 - GUAPÉ - MG	DES. Oláucia

APENDICE C - CROQUI REDE INTERCEPTORA E DIREÇÃO DA ETE



APENDICE D - CROQUI DE IMPLANTAÇÃO DA ETE - LAGOA AZUL



APÊNDICE E - PLANILHA ORÇAMENTÁRIA DA ETE

Item	Descrição de Serviços	UN	Quant.	Preço Unit.	Valor obra
ETE - BAIRRO LAGOA AZUL, GUAPÉ MG					
<i>Serviços Preliminares</i>					45.773,50
	Projetos arquitetônicos, estruturais, elétricos, drenagem, terraplanagem, hiosanitário	VB	1,00	25.000,00	25.000,00
	Placa De Obra Em Chapa De Aço Galvanizado	M2	12,00	280,51	3.366,12
	Barracão Para Deposito Em Tabuas De Madeira, Cobertura Em Fibrocimento 4 Mm, Incluso Piso Argamassa Traço 1:6 (Cimento E Areia)	M2	24,00	190,00	4.560,00
	Instalação água e energia elétrica	VB	1,00	1.262,70	1.262,70
	Tapume De Chapa De Madeira Compensada (6Mm) - Pintura A Cal - Aproveitamento 2 X	M2	34,00	40,02	1.360,68
	Locação Convencional De Obra, Através De Gabarito De Tabuas Corridas Pontaletadas, Sem Reaproveitamento	M	1.200,00	6,31	7.572,00
	Locação Para Muros, Cercas E Alamedados	M	320,00	1,20	384,00
	Limpeza do terreno	M2	4.200,00	0,54	2.268,00
Tratamento Preliminar					
	Grade Fina Mecanizada (Q = 2551 M³/H)	UNID.	2,00	1.400,00	2.800,00
	Caixa De Areia Tipo Plana (1,00 X 0,60 M)	UNID.	1,00	350,00	350,00
Reator Anaeróbio -					
	escavação 1 cat. Até 3m,	M³	255,00	14,75	3.761,25
	Alvenaria bloco cheio, ferragem amada e base concreto fck 30Mpa,- material e serviço	M2	114,00	232,00	26.448,00
	base concreto armado fck 30 Mpa CA50 - material e serviço -	M²	42,00	187,26	7.864,92
	Fibra de vidro	M²	156,00	218,00	34.008,00
	concreto magro, 10cm, reaterro e demais serviço para instalação	M²	42,00	37,00	1.554,00
	instalações elétricas e sanitarias	VB	2,00	1.475,00	2.950,00
	Tampa concreto com filtro de manga e incinerador, separadores e defletores	UNID.	2,00	8.540,00	17.080,00
	Bomba Dosadora De Hidróxido De Sódio Do Tipo Diafragma - Qmax = 10L/S - Qmin = 3L/S	UNID.	2,00	1.699,40	3.398,80
LAGOA FACULTATIVA					
	escavação 1 cat. Até 1,5m,	M³	2.700,00	12,50	33.750,00
	terraplanagem e compactação de solo	M³	415,00	22,75	9.441,25
	Canaleta drenagem - meia cana diam. 60	ML	190,00	82,55	15.684,50
	impermeabilização de solo com cimento especial cristalizado	M²	1.995,00	8,75	17.456,25
	instalação de geotextil -	M²	1.995,00	2,85	5.685,75
LEITO DE SECAGEM - 8,00 X 10,00 m					
	Canaleta drenagem - meia cana diam. 60	ML	40,00	82,55	3.302,00
	Preparação subleito 25 cm solo compactado argila	M²	100,00	72,80	7.280,00
	Bloquete sextavado - aplicado (material + serviços)	M²	100,00	158,00	15.800,00
Central de Controle					
	edificação em alvenaria para controle, escritorios, sala quimicos e laboratórios	M²	80,00	920,00	73.600,00
ARBORIZAÇÃO E ALAMBRADO DE FECHAMENTO					
	Alambrado por portões eletronicos r=2,2m	ML	260,00	96,75	25.155,00
	Arborização e jardinagem	VB	1,00	15.000,00	15.000,00
TOTAL GERAL					368.143,22

APÊNDICE F - PLANILHA ORÇAMENTÁRIA ELEVATÓRIA

Descrição de Serviços	UN	Quant.	Preço Unit.	Valor obra
ESTAÇÃO ELEVATÓRIA BAIRRO LAGOA AZUL - GUAPÉ MG				56.214,83
<u>Serviços Preliminares</u>				
Locação Convencional De Obra, Através De Gabarito De Tabuas Corridas Pontaletadas, Sem Reaproveitamento	M2	30,00	6,31	189,30
Limpeza Manual Do Terreno (C/ Raspagem Superficial)	M2	40,00	2,72	108,80
<u>Movimento De Terra</u>				
Escavacao, Carga E Transporte De Material De 1A Categoria, Caminho De Servico Revestimento Primario, Com Escavadeira Hidraulica E Caminhao Basculante 6 M3, Dmt 800 Ate 1.000 M	M3	47,00	4,74	222,78
Aterro Mecanizado Por Compensação, Solo De 1ª Categoria Em Campo Aberto, Sem Compactação Do Aterro	M3	46,20	8,08	373,30
Compactação De Aterro Mecanizado Minimo De 95% Pn, Sem Fornecimento De Solo Em Campo Aberto (Serviço Auxiliar Do Aterro)	M3	45,00	7,99	359,55
<u>Infraestrutura E Superestrutura</u>				
Estaca A Trado(Broca) D=25Cm C/Concreto Fck=15Mpa+20Kg Aco/M3 Mold.In-Loco	M	9,00	51,68	465,12
Escavacao De Vala Nao Escorada Em Material De 1A Categoria Com Profundidade De 1,5 Ate 3M Com Retroscavadeira 75Hp, Sem Esgotamento	M3	7,19	7,36	52,92
Escavacao Manual De Vala Em Material De 1A Categoria Ate 1,5M Excluindo Esgotamento / Escoramento	M3	2,40	38,13	91,51
Regularizacao E Compactacao Manual De Terreno Com Soquete	M2	31,49	3,60	113,36
Lastro De Brita N° 2 Apiloada Manualmente Com Maço De Até 30 Kg	M3	2,24	89,00	199,36
Forma De Madeira Comum Para Fundacoes	M2	35,00	36,69	1.284,15
Forma Com Chapa De Madeira Compensada Plastificada 10Mm, Para Estruturas De Concreto	M2	89,00	30,38	2.703,82
Armacao (Fornecimento, Corte, Dobra E Colocação) Aco Ca-50, Diam. 6,3 (1/4) A 12,5Mm(1/2)	KG	1.480,00	7,68	11.366,40
concreto traço 20 mpa - feito em obra	M3	22,40	326,00	7.302,40
Reaterro De Valas / Cavas, Compactada A Maço, Em Camadas De Até 30 Cm.	M3	19,20	18,27	350,78
Transporte De Material - Bota-Fora, D.M.T = 10,0 Km	M3	12,00	13,19	158,28
<u>Esquadrias Metálicas</u>	VB	1,00	2.149,00	2.149,00
<u>Instalações Hidráulicas</u>	VB	1,00	436,00	436,00
<u>Rede De Esgoto Sanitário</u>	VB	1,00	1.189,00	1.189,00
<u>Rede De Água Fria</u>	VB	1,00	890,00	890,00
<u>Rede De Águas Pluviais</u>	VB	1,00	1.200,00	1.200,00
<u>Instalações Elétricas + Bomba ksb modelo krts 40-250/122</u>	VB	1,00	8.359,00	8.359,00
Conjunto motobomba com quadro de comando elétrico Bomba ksb modelo krts 40-250/122	VB	1	16.650,00	16.650,00