

Universidade Brasil
Curso de Engenharia Civil, Campus Descalvado

VITOR CABIANCA RODRIGUES LEITE

DIMENSIOAMENTO E IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA DE
ESGOTAMENTO SANITÁRIO EM UM LOTEAMENTO NO MUNICÍPIO
DE DESCALVADO-SP

SIZING AND IMPLANTATION OF A SEWERAGE SYSTEM IN A SUBDIVISION OF
LAND IN DESCALVADO - SP

DESCALVADO

2016

Vitor Cabianca Rodrigues Leite

DIMENSIOAMENTO E IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA DE ESGOTAMENTO
SANITÁRIO EM UM LOTEAMENTO NO MUNICÍPIO DE DESCALVADO-SP.

Orientadora: Prof.^a Dra Valéria Peruca de Melo

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia Civil da Universidade
Brasil, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Descalvado, SP
2016

Leite, Vitor Cabianca Rodrigues

L556d Dimensionamento e implantação de um sistema de esgotamento sanitário em um loteamento no município de Descalvado – SP / Vitor Cabianca Rodrigues Leite. Descalvado: [s.n.], 2016.

56p. : il. ; 29,5cm.

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado ao Curso de Graduação de Engenharia Civil, da Universidade Brasil, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientadora: Prof^a Dr^a Valéria Peruca de Melo

1. Esgoto. 2. Estações de tratamento. 3. Redes de esgoto. I Título.

CDD 628.1

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho, primeiramente, aos meus pais, que não mediram esforços para que eu pudesse completar o árduo e prazeroso caminho até aqui, dedico também à minha avó que só sabe me fazer rir, ao meu irmão que é meu parceiro desde sempre, às minhas irmãs postiças lindas que não saem do meu lado por nada neste mundo, a linda Kellzinha que está abrilhantando minha vida e aos meus grandes amigos que estão sempre comigo. Amo muito todos e sem vocês eu não seria nada!

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, gostaria de agradecer a Deus que sempre iluminou meu caminho para que eu pudesse chegar até aqui.

Agradeço aos meus pais, Osvaldir e Valéria, que dedicaram todos os momentos de suas vidas a me apoiar, animar, alegrar, cuidar e educar, pois sem eles me mostrando qual seria o caminho mais correto para traçar ao longo da vida, não sei como estaria neste momento, principalmente após esse ano de tantas mudanças e reviravoltas na minha vida.

Ao meu irmão Vinicius que sempre foi meu melhor amigo e parceiro na vida, passando muita coisa ao meu lado, como, por exemplo, brigas, que não foram poucas, alegrias nas brincadeiras que sempre fizemos juntos, confidências e conselhos que partilhamos. Fico ainda mais feliz pela maior aproximação que tivemos esse ano, pois não saímos de perto um do outro e graças a isso obtive forças que me ajudaram a crescer muito como pessoa.

À minha linda avó Maria que só pode ser mais um anjo que Deus colocou na terra para me ajudar em todos os momentos da minha vida, que com apenas um simples sorriso já ajuda a melhorar meu dia. Obrigado por existir e ter iniciado a minha linda família, sem você nada disso teria acontecido.

Às minhas lindas amigas irmãs, Stephanie e Giovana, que são pessoas que não sei o porquê decidiram entrar na minha vida de uma forma inexplicável, e desde o início dedicaram a vida delas a mim com muito carinho, apoio, amor e companheirismo, sempre me recordarei de todos os momentos que passamos, dos desabafos, como também dos nossos medos e ansiedades. Vou amar para sempre essas lindas pessoas que Deus colocou no meu caminho. Obrigado por tudo, minhas lindas.

Aos meus bons amigos que estão comigo Julio, Gustavo, Léo, Rick, Landi, Neto Kauan, Yara, Arthur, Marcela entre muitos outros que todos os dias da minha vida não me abandonam e demonstram todo o carinho e dedicação que só amigos de verdade poderiam me dar.

Agradeço a minha linda namorada Kellzinha por ter entrado na minha vida, no melhor momento de todos causando boas mudanças, me mostrando novos caminhos, novas metas, novas maneiras de visualizar as coisas, me dando mais e novos motivos pra sorrir, obrigado por ter resolvido aparecer na minha vida pra somar coisas boas, espero que esse seu jeitinho nunca mude.

Agradeço a minha orientadora, professora Valéria Peruca de Melo, que vem me acompanhando por muito tempo na minha vida acadêmica, uma das melhores professoras que

eu já tive, e que demonstra um imenso amor pela sua profissão, executando-a com muito louvor. Obrigado pela atenção disposta a mim e por dividir um pouco de seu vasto conhecimento comigo.

“Eu tentei 99 vezes e falhei, mas na centésima tentativa eu consegui, nunca desista de seus objetivos mesmo que esses pareçam impossíveis, a próxima tentativa pode ser a vitoriosa!”

Albert Einstein

RESUMO

O presente trabalho trata do tema das redes de esgoto e estações de tratamento, com foco em um loteamento situado na cidade de Descalvado, no interior do estado de São Paulo. Ao longo do trabalho, será exposta a importância de se pensar a rede de esgoto, quais problemas geralmente ocorrem quando a população é exposta ao esgoto sem tratamento e, também, são mostrados os métodos normalmente utilizados no Brasil quando o assunto é rede e tratamento de esgoto. Dito isso, tem-se a amostra dos métodos e materiais utilizados neste projeto, tendo como alvo um loteamento do residencial situado em Descalvado.

Palavras-chave: Esgoto, Estações de tratamento, Redes de esgoto.

ABSTRACT

This present term paper handles the sewage system and the sewage treatment plants, focusing on a land division located in the city of Descalvado, countryside of São Paulo state. Alongside the paper, it will be showed the importance of analysing the sewage system, which problems often occur when the population is exposed to sewage without treatment and also will be shown which methods are mostly used in Brazil when the subject is the sewage treatment. This said, the paper brings methods samples and materials applied on this project, focusing on the residential subdivision located in Descalvado.

Key words: Sewage, Sewage system, Treatment plants.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Exemplo de instalação típica de um ramal predial de esgoto domiciliar.	16
Figura 2. Mapa de distribuição da rede esgoto e tratamento de esgoto pelo Brasil.	18
Figura 3. Ilustração de um Poço de Visita (PV).	19
Figura 4. Tampão instalado no nível do pavimento para dar acesso ao PV.	20
Figura 5. Tubo de inspeção e limpeza (TIL).	21
Figura 6. Terminal de limpeza (TL).	22
Figura 7. Sistema de esgotamento sanitário individual.	26
Figura 8. Sistema de esgotamento sanitário coletivo unitário.	26
Figura 9. Sistema de esgotamento sanitário coletivo separador.	27

Sumário

1. INTRODUÇÃO	13
2. OBJETIVOS	14
2.1 Objetivo Geral	14
2.2 Objetivo Específico	14
3. REVISÃO DE LITERATURA	14
3.1 Divisão do Sistema de Esgoto	14
3.1.1 Partes Constituintes dos Sistemas de Esgotos	16
3.2 O Saneamento no Brasil	17
3.3 Poços de Visita (PV'S).....	18
3.3.1 Componentes dos Poços de Visitas	18
3.3.2 Outros Componentes Acessórios da Rede de Esgoto	20
3.4 Funcionamento do Sistema de Esgoto	22
3.4.1 Tratamento Preliminar.....	23
3.4.2 Tratamento Primário	24
3.4.3 Tratamento Secundário	24
3.5 Estações de Tratamento de Esgoto	25
3.5.1 Tipos de Esgotamento Sanitário.....	25
3.6 Tensão Trativa ou Tensão de Arrasto	27
4. MATERIAIS E MÉTODOS	28
4.2.1 Introdução	28
4.2.2 Características do Empreendimento	29
4.2.3 Concepção do Sistema	29
4.2.4 Parâmetros de projeto.....	29
4.2.5 População	30
4.2.6 Previsão de Vazões.....	30
4.2.7 Dimensionamento.....	32
4.2.8 Dimensionamento da EEE e Linha de Recalque.....	32
4.3 Especificação de serviços.....	38
4.3.1 Aspecto geral.....	38
4.3.2 Escavação de valas e cavas	39
4.3.3 Assentamento das tubulações.....	39
4.4 Poços de Visita.....	39
4.5 Cuidados especiais	40
4.6 Segurança	40
4.7 Outros serviços.....	40
4.8 Relação de Materiais (Vide Planilha).....	40
4.9 Tipo de Tratamento	40
4.10 Uso da Estação	41
4.10.1 Disposição do Efluente.....	41
4.10.2 Condições Específicas.....	41
4.10.2.1 Projeto	41
4.10.3 Período de Detenção dos Despejos	41
4.10.4 Contribuição do Lodo Fresco (L_f).....	41
4.10.5 Taxa de Acumulação Total de Lodo	42
4.10.6 Forma	42
4.10.7 Dimensionamento da Estação Séptica de Câmara Única	42
4.10.7.1 O Volume Útil Calculado.....	42
4.10.7.2 A Dimensão da Estação Séptica Retangular	42

4.10.7.3 Tubo de Entrada	43
4.10.7.4 Dispositivo de Entrada e Saída.....	43
4.10.7.5 Remoção de Lodo Digerido	43
4.10.7.6 Tampão de Inspeção.....	43
4.11 Filtro Anaeróbio	43
4.11.1 Dimensionamento do filtro anaeróbio	43
4.12 Recomendações Importantes.....	45
4.12.1 Material	45
4.12.2 Execução	45
4.12.3 Inspeção.....	46
5. CONCLUSÃO	46
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	48
ANEXO A – Imagens	51
ANEXO B – Planilha de Cálculo de Rede Coletora de Esgoto.....	51
ANEXO C – Planilha de Cálculo da Rede Coletora de Esgoto Tratado	51
ANEXO D – Relação de Materiais.....	51
ANEXO E – Planilha Orçamentária	51
ANEXO F – Cronograma Físico-Financeiro	51
ANEXO G – Projetos	51

1. INTRODUÇÃO

A Organização das Nações Unidas (ONU), no dia 28 de julho de 2010, aprovou Resolução A/RES/64/292, proposta pela Bolívia, que reconhece o acesso à água potável e ao saneamento básico como um direito de todo ser humano. No entanto, essa afirmação contradiz a situação do panorama mundial, em que 2,6 bilhões de pessoas no mundo ainda não têm acesso a serviços de coleta e tratamento de esgoto (ONU, 2010).

Várias doenças provenientes de água contaminada por dejetos humanos afetam de forma trágica a saúde da população humana. Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), a diarreia é a principal causa de mortalidade infantil nos países em desenvolvimento, com mais de 4 bilhões de casos por ano (WHO, 2011). Com o objetivo de tentar reduzir a ocorrência destas enfermidades, algumas providências devem ser implantadas, tais como, acesso à água potável, melhorias no saneamento básico, educação e higiene pessoal e doméstica.

Para muitos, saneamento básico significa um conjunto de medidas que visa à preservação ou modificação das condições dos meios de ambiente, com a finalidade de prevenir doenças e promover a saúde. Controle de animais e insetos, saneamento de alimentos, escolas, locais de trabalho, do lixo (segundo alguns estudiosos), lazer e habitações e o tratamento de esgoto estão dentre as medidas normalmente empregadas, as quais têm, como objetivo primordial, melhorar a qualidade de vida da população, melhorar a produtividade do indivíduo e facilitar a atividade econômica do grupo inserido dentro do contexto do saneamento básico (CASTRO e ARAÚJO, 2010).

Assim como na maioria dos países, o Brasil faz uso de redes coletoras separadoras absolutas, no qual o esgoto sanitário é coletado separado do esgoto pluvial, sendo estas consideradas mais adequadas em detrimento da utilização de redes combinadas ou unitárias, onde esgoto sanitário e pluvial são coletados na mesma tubulação (NORO, 2012).

Ao se implantar um sistema de abastecimento de água, deve-se implantar sistemas de esgotos sanitários que tenham em vista a coleta e remoção rápida e segura das águas residuais, a eliminação da poluição do solo, a disposição sanitária dos efluentes, o término dos aspectos ofensivos aos sentidos (estética, odor) e o conforto dos usuários.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

O objetivo deste trabalho é demonstrar a aplicação de um sistema de esgotamento sanitário em um loteamento da cidade de Descalvado, situada no interior do estado de São Paulo.

2.2 Objetivo Específico

O objetivo do presente trabalho é demonstrar como é realizada a implantação de um sistema de esgotamento sanitário em um loteamento localizado no município de Descalvado – SP, esclarecendo os métodos utilizados e garantindo o menor custo com uma boa qualidade para a execução seguindo todas as normas e diretrizes existentes no município.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Divisão do Sistema de Esgoto

Entende-se por sistema de esgotos o conjunto de tubulações e órgãos acessórios os quais têm a finalidade de coletar e transportar águas residuárias ao seu destino final, normalmente um corpo d'água receptor, podendo passar ou não por algum tipo de tratamento (TSUTIYA e ALEM SOBRINHO, 2011).

Segundo Tsutiya e Bueno (2004), os sistemas de esgoto se dividem em sistemas unitário, separador parcial e separador absoluto.

O sistema unitário, também chamado de combinado ou misto, é aquele em que as canalizações coletam e conduzem as águas servidas juntamente com as águas pluviais. Neste, segundo Artina et al. (1997), pressupõe-se que as águas pluviais possuem concentrações insignificantes de poluentes, resultando em efeito positivo de diluição do esgoto sanitário. O controle desses sistemas objetiva, principalmente, a redução do risco hidráulico com o emprego de extravasores de cheia, que despejam nos corpos hídricos as águas que excedem a capacidade de condução do sistema. O risco

ambiental e o seu controle estão, portanto, associados ao grau mínimo de diluição do esgoto sanitário para o qual é considerado aceitável iniciar o despejo das águas mistas. Por outro lado, apresenta como pontos negativos o fato de as seções de escoamento estarem fora do padrão, maior volume de investimentos, redução da possibilidade de construção em etapas e maior poluição das águas receptoras, com maior dificuldade no controle da mesma.

No sistema separador parcial, a coleta abrange as águas residuais e as águas pluviais internas (de pátios, telhados etc.), visando à diminuição das dimensões do sistema, por decréscimo do volume da descarga de águas pluviais. Apesar das dimensões dos coletores serem menores, bem como os investimentos, este sistema apresenta desvantagens, pois, durante o período de chuva, a variação da vazão nos coletores, elevatórias e estações de tratamento é muito grande, causando dificuldades à operação (TSUTIYA e BUENO, 2004).

Por fim, o sistema separador absoluto é usado para receber, exclusivamente, esgotos domésticos e industriais, sendo que as águas pluviais são esgotadas em outro sistema independente. No Brasil, este sistema é usado desde o início do século, e apresenta uma série de vantagens, tais como:

- Uso de tubulações de menor diâmetro, facilitando o emprego de tubos pré-moldados;
- Possibilita a implantação do sistema por partes, construindo-se inicialmente a rede de maior importância e ampliando-se posteriormente;
- Apresentar melhores condições de operação das elevatórias e estações de tratamento, não sofrendo alterações significativas de vazão por ocasião dos períodos chuvosos;
- Facilitar o afastamento das águas pluviais, admitindo-se lançamentos múltiplos em locais mais próximos.

A adoção dos diferentes tipos de sistemas leva em consideração, principalmente, o regime pluviométrico da região a ser implantado. Regiões de clima temperado, caracterizadas por regime pluviométrico com chuvas de baixa intensidade, grande frequência e longa duração empregam, preferencialmente, sistemas unitários. Por outro lado, regiões de clima tropical, que apresentam regimes pluviométricos marcados por

chuvas de grande intensidade e curta duração, são usualmente atendidas por sistemas do tipo separador absoluto (FERREIRA, 2013).

3.1.1 Partes Constituintes dos Sistemas de Esgotos

Entende-se por sistema de esgotos sanitários o conjunto de canalizações e obras destinado ao afastamento das águas residuais, e, por rede de esgotos, o conjunto de canalizações constituído por ligações prediais, coletores de esgoto e seus órgãos acessórios (PV - poço de visita; TIL - tubo de inspeção e limpeza; TL – terminal de limpeza; CP – caixa de passagem).

a) **Coletor predial:** é o coletor de propriedade particular, que conduz os esgotos de um ou mais edifícios à rede coletora, enquanto a rede de esgotos representa o conjunto de canalizações constituído por ligações prediais, coletores de esgoto e seus órgãos acessórios (PV; TIL; TL; CP), como ilustrado na Figura 1.

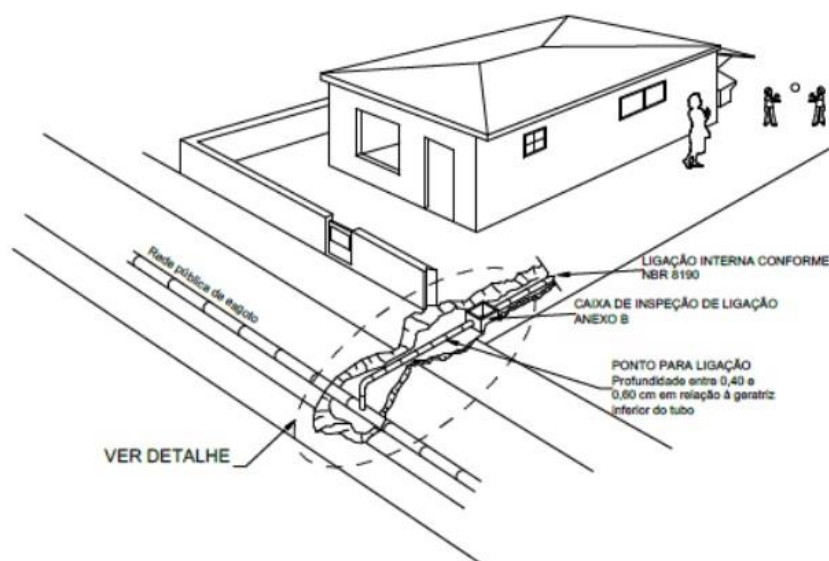


Figura 1. Exemplo de instalação típica de um ramal predial de esgoto domiciliar.

Fonte: NTS (2015) <http://saemba.sp.gov.br/wp-content/uploads/2013/11/nts001-esgoto-out-2015.pdf>

b) **Rede coletora:** conjunto de tubulações destinado a receber e conduzir os esgotos, a qual está ligada aos coletores prediais, que conduzem o esgoto das residências às redes coletoras ou o caminho contrário.

c) **Interceptor:** conjunto de canalização que está ligado à rede coletora e seus coletores primários, mas sem contato direto com as ligações prediais.

d) Emissário: destinado apenas ao transporte de toda vazão reunida e, por essa razão, deve receber esgoto unicamente do montante.

e) Sifão invertido: funciona à base de pressão, pois serve para transpor possíveis obstáculos.

f) Corpo de água receptor: corpo hídrico em que o esgoto é lançado após todo o percurso das residências até esse ponto.

g) Estação elevatória: conjunto de equipamentos que tem como finalidade promover o recalque das vazões dos esgotos coletados.

3.2 O Saneamento no Brasil

Uma porcentagem considerável da população brasileira não tem acesso a uma rede de esgoto. Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), 47,8% dos municípios não coletam nem tratam os esgotos e isso pode trazer sérias consequências para a saúde da população e para os corpos hídricos. O IBGE relata, ainda, que dos municípios que fazem coleta do esgoto, apenas uma pequena parte trata, a outra parte faz apenas a coleta (IBGE, 2010).

Tendo isso em vista, observa-se a necessidade de dispensar uma maior preocupação com os esgotos produzidos pela população, principalmente sua captação e seu tratamento, visto que os dados mostram que apenas a coleta não é suficiente para melhorar a atual situação. É a partir dessa preocupação que se tem em mente a ideia de projetar uma rede de esgoto barata e eficiente para o município de Descalvado, podendo, dessa maneira, contribuir para um avanço nessa área.

Embora o objetivo deste estudo seja o município de Descalvado-SP, é importante ressaltar que os dados sobre coleta e tratamento de esgoto mencionados são em nível nacional. No entanto, não significa que essa porcentagem esteja proporcionalmente distribuída pelo país, tal como pode ser observado na Figura 2, a qual ilustra a distribuição dessa rede pelo Brasil.

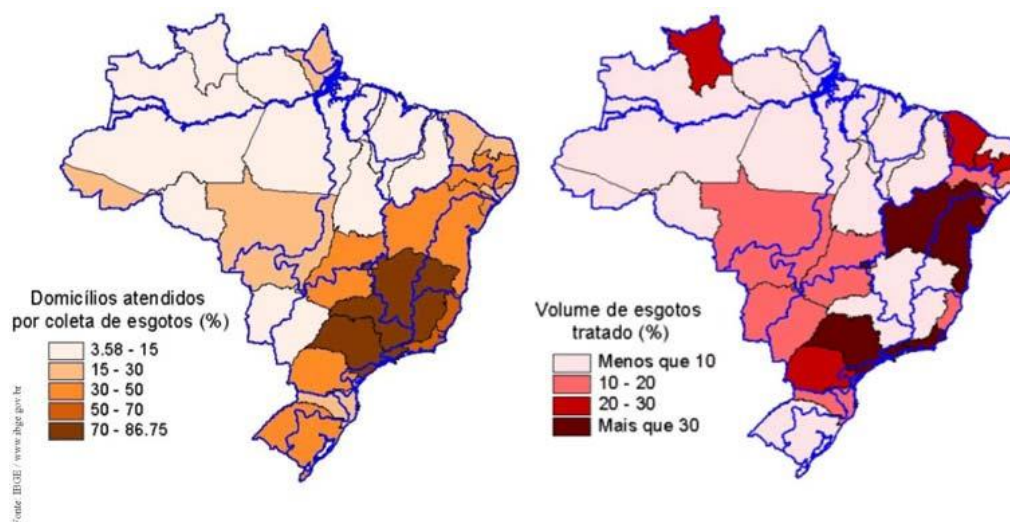


Figura 2. Mapa de distribuição da rede esgoto e tratamento de esgoto pelo Brasil.

Fonte: Mãe natureza. Disponível em:

<http://www.maenatureza.org.br/projetoeducando/folders/poster7_brasil_aguas_esg/>.

A partir dessas informações, é possível notar que a região mais desenvolvida do país é também onde se concentra a maior parte das redes de esgoto. E também é notório que a região norte é onde existe menos preocupação com a implementação de redes de esgoto. Acredita-se que essa realidade está fortemente ligada à situação financeira dessas regiões e aos custos relacionados à implementação das redes de coleta e tratamento de esgoto. Portanto, apesar deste projeto estar voltado para um município específico, o sistema pode ser adaptado à outras cidades de diferentes regiões.

3.3 Poços de Visita (PV'S)

Os poços de visitas são regiões da rede de esgoto existentes em trechos com interligações, mudanças de diâmetro, nível ou direção, além de ser o local por onde são feitas as manutenções necessárias. Esses poços podem ser construídos a partir de três tipos de materiais: anéis pré-moldados de concreto, concreto armado e alvenaria em alvenaria com blocos de concreto ou tijolos.

3.3.1 Componentes dos Poços de Visitas

Os poços de visitas (Figura 3) podem ser divididos em partes, as quais têm, cada uma, uma função diferente, mas que juntas formam os chamados PV's. As partes são, basicamente, cinco, sendo elas: laje de fundo, câmara de trabalho (balão), câmara de acesso (chaminé), laje excêntrica de transição e tampão (caixilho).

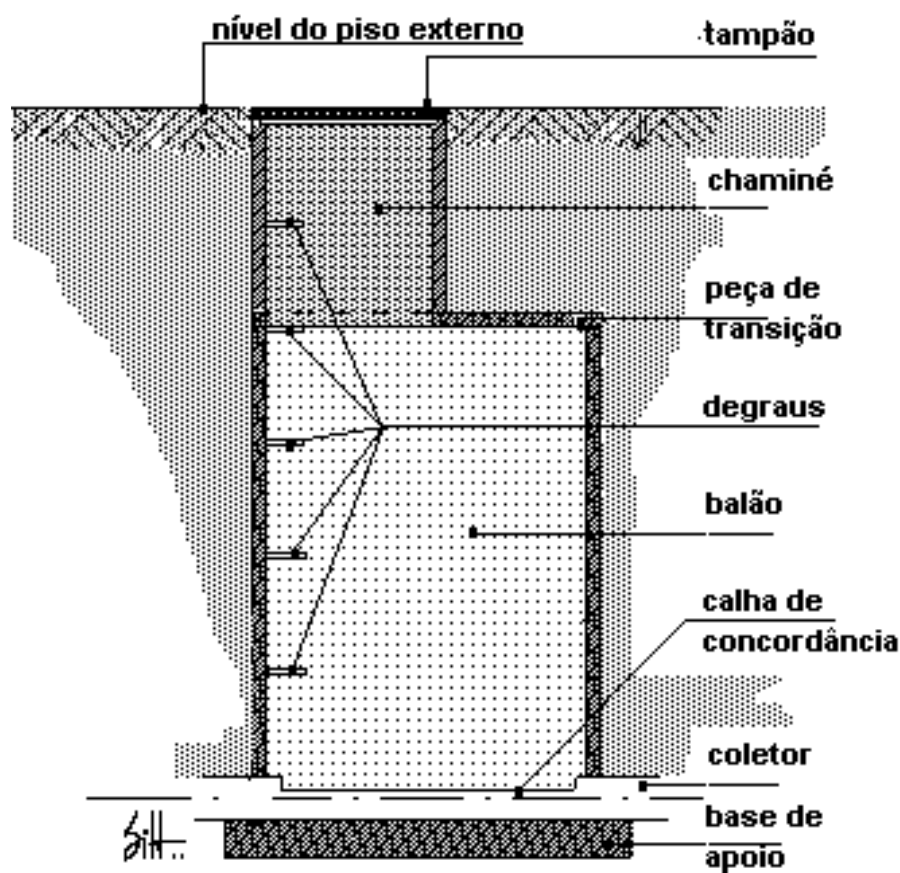


Figura 3. Ilustração de um Poço de Visita (PV).

Fonte: UFCG. Disponível em: <http://www.dec.ufcg.edu.br/saneamento/ES08_01.html>.

A laje de fundo é a base sobre a qual o PV é construído, enquanto a câmara de trabalho costuma ser a maior parte do PV, e é lá que se encontram as canaletas, que promovem o escoamento do esgoto, e as banquetas (área em que não há canaletas). A câmara de acesso é a parte de cima do PV, por onde, como o próprio nome diz, se tem acesso ao PV. A laje excêntrica é o acesso da entrada do PV à câmara de trabalho, servindo, em alguns casos, como o próprio acesso ao PV. Já o tampão (Figura 4), geralmente situado no nível do pavimento, é o que serve para separar o PV da rua, sendo feito de ferro fundido, com o intuito de suportar a circulação de carros.



Figura 4. Tampão instalado no nível do pavimento para dar acesso ao PV.

Fonte: Fuminas. Disponível em: <http://www.fuminas.com.br/tampoes_dn400_cl125.asp>.

3.3.2 Outros Componentes Acessórios da Rede de Esgoto

Além dos poços de visitas, há mais três órgãos que são considerados acessórios na rede de esgoto, sendo eles, o tubo de inspeção e limpeza (TIL), que é uma região não visitável da tubulação de esgoto (Figura 5), o terminal de limpeza (TL), que é a região pela qual são inseridos materiais de limpeza na tubulação (Figura 6), e a caixa de passagem (CP), uma caixa subterrânea a qual não permite acesso direto, construída em pontos específicos da rede, evitando gastos desnecessários.

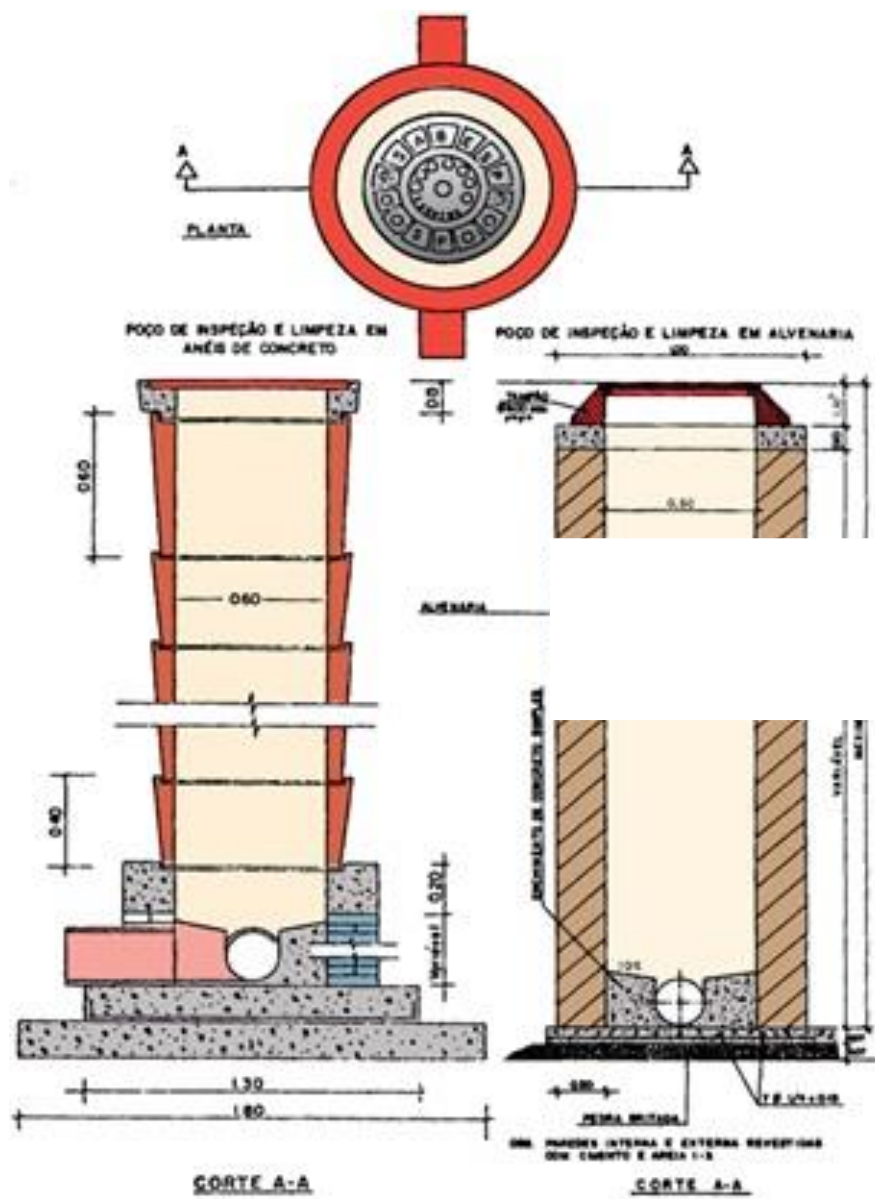


Figura 5. Tubo de inspeção e limpeza (TIL).

Fonte: SlidePlayer. Disponível em: <<http://slideplayer.com.br/slide/4204236/>>.

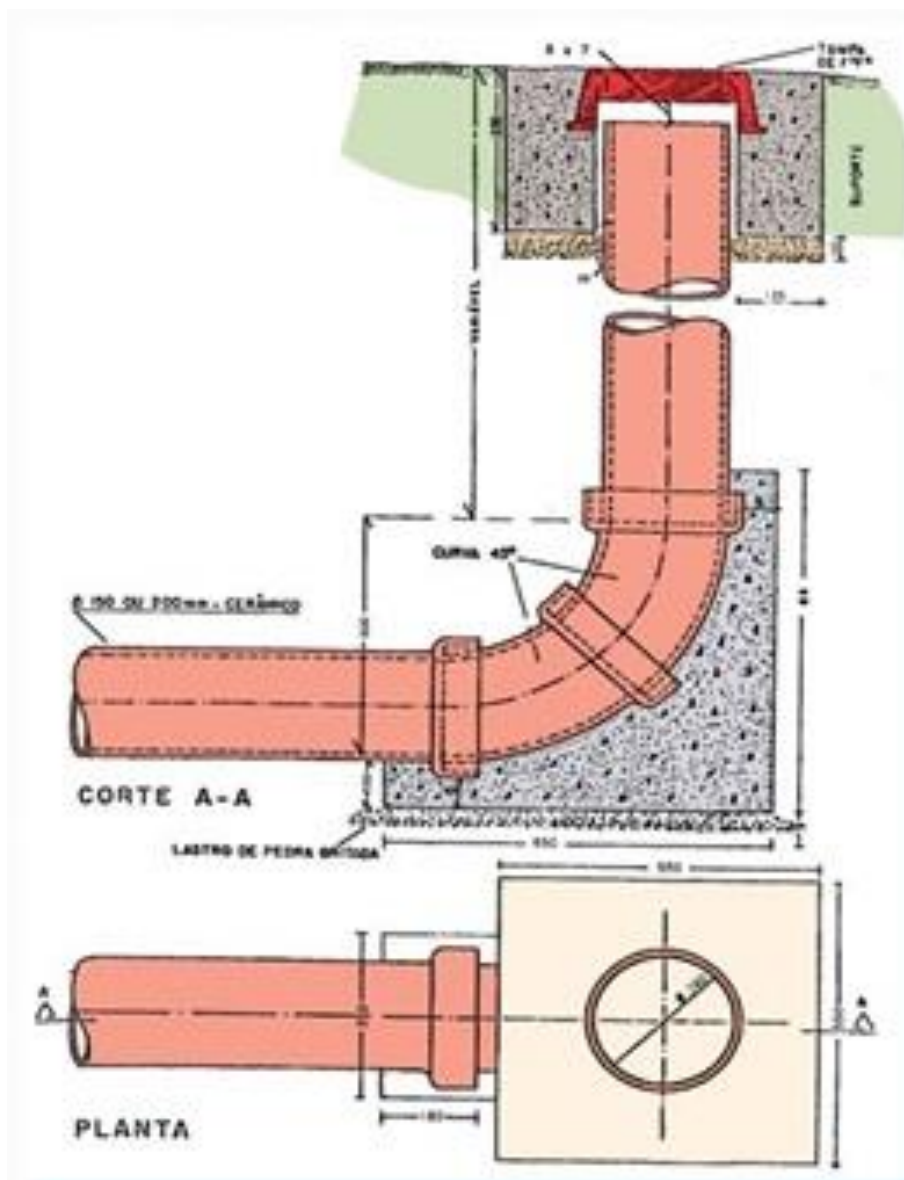


Figura 6. Terminal de limpeza (TL).

Fonte: SlidePlayer. Disponível em: <<http://slideplayer.com.br/slide/4204236/>>.

3.4 Funcionamento do Sistema de Esgoto

Todo esgoto captado tem como destino final os corpos d'água e, desta forma, Dielle (2014) relata que as características naturais dos recursos hídricos sofrem alteração quando em contato com o esgoto sanitário, sendo que a gravidade desta alteração está relacionada com a capacidade receptora do corpo d'água. Assim, deve-se levar em consideração a capacidade de autodepuração de cada corpo receptor, além dos fins aos quais suas águas estão ou serão submetidas. Portanto, o contato desse esgoto

pode ser prejudicial a esse sistema hídrico e mostra a necessidade de conter etapas de tratamento de esgoto adequadas de acordo com o local de recepção final.

3.4.1 Tratamento Preliminar

A primeira fase do tratamento do esgoto é denominada fase preliminar, e é aqui que são retirados os sólidos de maior volume. Nesse primeiro momento também é feita a medição da vazão do esgoto, utiliza-se na maioria das vezes, para esse processo de medição, a unidade de calha Parshall (VON SPERLING, 2005).

Esse primeiro processo é de extrema importância para a continuidade do processo, pois evita, principalmente, danos às tubulações que continuam levando o esgoto em direção ao seu destino final. Isso porque, como é no tratamento preliminar que os sólidos grosseiros são retirados, impede que esses mesmos sólidos venham a causar prejuízos futuros à tubulação de transporte de esgoto, sem contar que impede a chegada desse material aos corpos receptores.

O processo utilizado para essa remoção consiste em um mecanismo de gradeamento, no qual existe uma grade com barras que formam lacunas de tamanhos iguais e, portanto, todo e qualquer sólido que tenha dimensão superior a este espaço fica retido ali, prosseguindo pela tubulação apenas a água e os sólidos de menor dimensão (DIELLE, 2014).

Von Sperling (2005) lembra que nesse momento do trajeto do esgoto ocorre uma limpeza para retirar a areia existente ali, a qual tem como fim:

- evitar abrasão nos equipamentos e tubulações;
- eliminar ou reduzir a possibilidade de obstrução em tubulações, tanques, orifícios e sifões;
- facilitar o transporte do líquido, principalmente a transferência de lodo.

A remoção da areia se dá nos desarenadores, os quais funcionam a partir da sedimentação da areia no fundo dos tanques. Esses aparelhos podem ser de dois tipos: canal com fluxo horizontal, para estações de pequeno e médio porte, e as caixas areadas, mais amplamente utilizadas nas estações maiores. Para finalizar essa etapa, ocorre a remoção de óleos, que se dá por meio da flotação devido à diferença de densidade do óleo em relação à água. Essa remoção é feita, segundo Jordão e Pessoa (2011), apud

Dielle (2014), para evitar que este óleo fique aderido às peças da rede de esgotos, obstrua os coletores, resulte em geração de odor desagradável ou interfira no funcionamento dos dispositivos de tratamento, além de resultar em aspectos desagradáveis nos corpos hídricos.

3.4.2 Tratamento Primário

Depois da fase preliminar, o esgoto passa pelo tratamento primário, que consiste, basicamente, na remoção de sólidos em suspensão. Apesar de os sólidos grosseiros terem sido removidos na fase anterior a essa, existem ainda sólidos que flutuam e que são removidos nesse momento. Nesta fase, o esgoto passa mais lentamente fazendo com que esses sólidos, antes suspensos, caminhem em direção ao fundo dos tanques como resultado do processo de decantação, formando o lodo primário (VON SPERLING, 2005).

Essa fase se concentra, principalmente, no início da remoção da matéria orgânica, reduzindo, também, a porcentagem de demanda biológica de oxigênio (DBO). Segundo Dielle (2014), nos projetos mais recentes, vem ocorrendo um processo de substituição dos decantadores primários por reatores anaeróbicos do tipo *Upflow Anaerobic Sludge Blanket* (UASB), e essa substituição se deve ao fato desses reatores demonstrarem maior eficiência na redução da matéria orgânica.

3.4.3 Tratamento Secundário

A Resolução Conama 430, de 13 de maio de 2011, determina que exista uma etapa para a redução da matéria orgânica no transporte do esgoto, e é por essa razão que temos a etapa secundária. Apesar de haver uma redução de DBO na etapa primária, essa redução ainda não está dentro dos parâmetros aceitos para que não resultem em danos aos mananciais em que o esgoto será despejado ao final do processo (BRASIL, 2011).

Nessa etapa, o foco principal é a remoção da matéria orgânica que se encontra dissolvida, e não apenas em estado sólido. E esse é o grande diferencial dessa fase, pois o tratamento utilizado aqui é principalmente biológico, degradando a matéria orgânica por meio desses processos biológicos. Neste processo, a matéria orgânica é utilizada pelos microrganismos (fungos, bactérias e protozoários) como alimento, convertendo-o em gás carbônico, água e material celular, no caso de ambiente aeróbio. No caso deste

processo ocorrer na ausência de oxigênio (condição anaeróbia), haverá, também, a produção de metano (DIELLE, 2014).

3.5 Estações de Tratamento de Esgoto

É fato que o estado não tem conseguido prover um crescimento ordenado das cidades, implicando em sérios problemas com o esgoto e seu tratamento. Os corpos d'água que recebem o esgoto não podem ser prejudicados e, por essa razão, é essencial que o esgoto passe pelas estações de tratamento de esgoto (ETE's). Mas, a realidade é muito diferente, pois devido a esse grande crescimento descontrolado da população, muitas cidades não têm essas estações de tratamento de esgoto, e acabam por jogar seus esgotos diretamente nos rios, sem tratamento, prejudicando a população e o meio ambiente.

Além da poluição orgânica, outros problemas ocorrem em corpos d'água que recebem esgotos sanitários de forma sistemática. Segundo Weber (2001), apud Oliveira et al. (????), um desses problemas é a eutrofização, caracterizada pelo enriquecimento do meio em nutrientes, principalmente nitrogênio e fósforo, resultando em crescimento desordenado de organismos aquáticos. Assim, diferentes tipos de algas se desenvolvem, podendo liberar substâncias muitas vezes tóxicas à vida aquática e a saúde humana.

3.5.1 Tipos de Esgotamento Sanitário

Considera-se que existem dois tipos principais de esgotamentos sanitários: Sistema individual e Sistema coletivo, sendo o primeiro também conhecido como estático e o segundo como dinâmico. O sistema individual funciona bem para regiões de baixa densidade demográfica, geralmente utilizando fossas sépticas e infiltrações no solo (Figura 7), por isso geralmente utilizado para poucas edificações construídas próximas umas das outras (OLIVEIRA et al., 2012). Este sistema exige um certo cuidado para não contaminar a água subterrânea, já que envolve perfuração do solo.

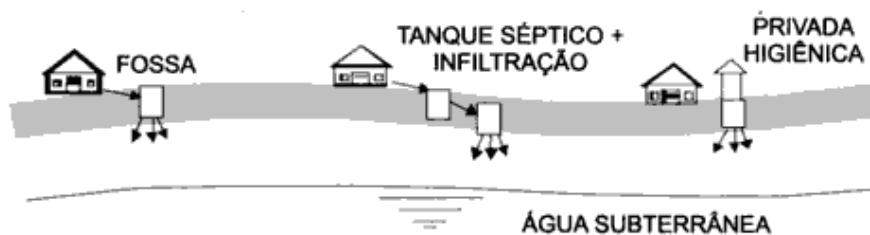


Figura 7. Sistema de esgotamento sanitário individual.

Fonte: DocPlayer. Disponível em: <<http://docplayer.com.br/4637545-Tecnologia-alternativa-para-tratamento-seletivo-de-efluentes-domesticos-gabriele-pizzatto.html>>.

Por outro lado, o sistema coletivo ou dinâmico é utilizado para áreas de maior densidade populacional, em que se tem mais duas divisões: o sistema unitário e o sistema separador. Esta separação consiste, de modo básico, na forma como o esgoto é levado no encanamento. No sistema unitário (Figura 8), o esgoto sanitário é levado juntamente com a vazão de águas pluviais, enquanto no sistema separador (Figura 9), o esgoto é levado até a estação de tratamento em uma canalização separada das águas pluviais (OLIVEIRA et al., 2012).

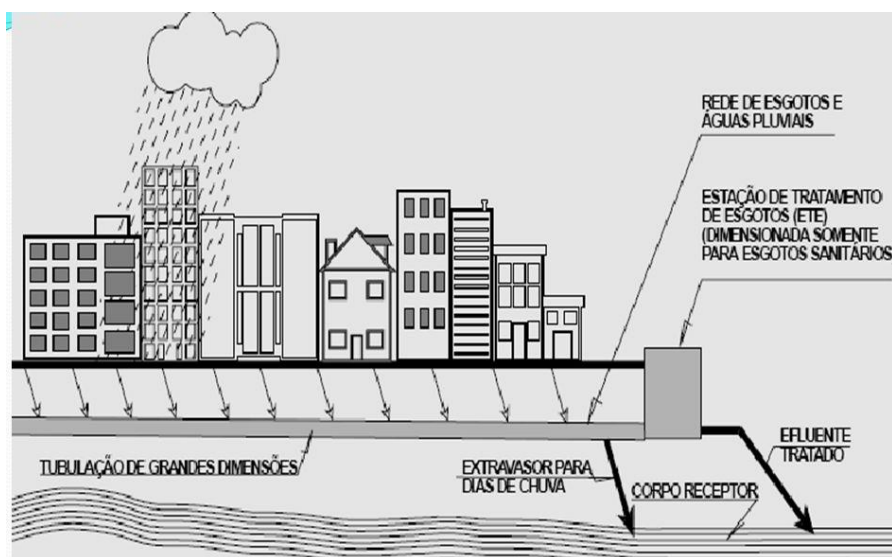


Figura 8. Sistema de esgotamento sanitário coletivo unitário.

Fonte: SlidePlayer. Disponível em: <<http://slideplayer.com.br/slide/4252912/>>.

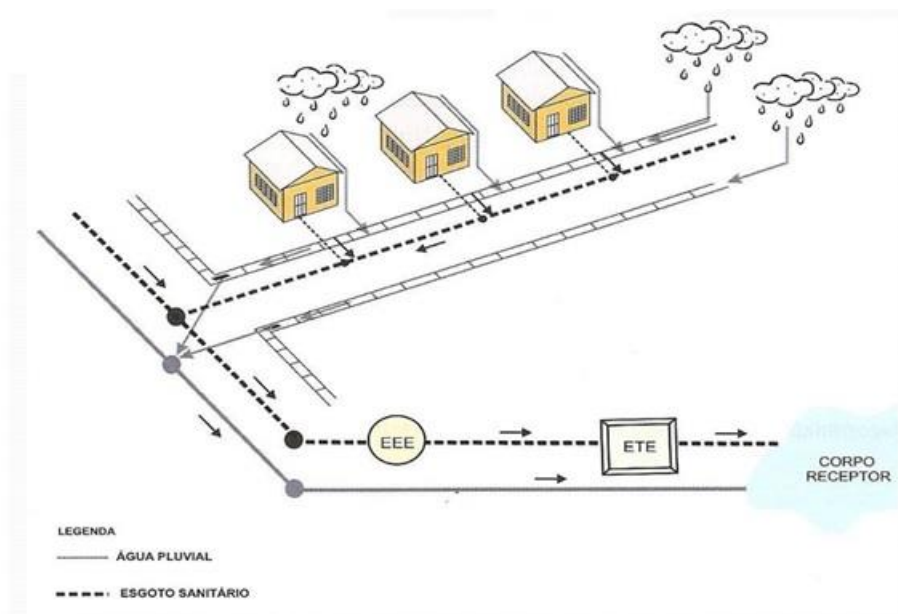


Figura 9. Sistema de esgotamento sanitário coletivo separador.

Fonte: SlidePlayer. Disponível em: <<http://slideplayer.com.br/slide/4252912/>>.

3.6 Tensão Trativa ou Tensão de Arrasto

A tensão trativa ou tensão de arrasto é a força por unidade de superfície que é exercida paralela à parede do conduto, responsável por promover arraste das partículas sólidas em suspensão ao longo do encanamento e, para isso, a tensão trativa vence as forças contrárias ao arraste que tendem a sedimentar essas partículas. Existem algumas forças, em especial, que são responsáveis por fazer força contrária à tensão trativa, sendo elas: o empuxo, o arrasto hidrodinâmico e as flutuações de turbulência (CORREA, 1985).

A fórmula da tensão trativa pode ser escrita da seguinte maneira:

$$T_0 = \gamma * R * J$$

Sendo que: T_0 = tensão tangencial na parede da tubulação (kg/m^2)

γ = peso específico do líquido (kg/m^3)

R = raio hidráulico (m)

J = perda de carga unitária (adimensional)

Outra questão importante a ser ressaltada é a Tensão Trativa Mínima. Essa força é, também, força por unidade de área, mas nesse caso ela que é responsável por realizar a autolimpeza mínima necessária para que haja o pleno funcionamento da tubulação de esgoto. Deste modo, segundo Correa (1985), a tensão trativa mínima é:

“a capacidade de iniciar o movimento das partículas sólidas de um certo tamanho e densidade, presentes numa mistura bifásica, e que permite que os sólidos que tenham sedimentado possam ser postos em movimento e arrastados pela corrente.”

4. MATERIAIS E MÉTODOS

O presente estudo tem como base o projeto do sistema de esgotos sanitários de um residencial situado em Descalvado-SP.

4.1 Materiais

Para o desenvolvimento do projeto e todos os cálculos realizados utilizou-se os seguintes materiais:

- Levantamento topográfico
- Software AutoCAD 2017
- Software AutoCAD Civil 2011
- Calculadora científica
- Equation Microsoft Office Word 2007
- Microsoft Office Excel 2010

4.2 Memorial Descritivo e de Cálculos

4.2.1 Introdução

Este material tem a finalidade de apresentar um projeto de sistema de esgotos sanitários para uma área residencial no município de Descalvado-SP, o qual será composto por 364 lotes, conforme projeto urbanístico.

4.2.2 Características do Empreendimento

A área será destinada ao uso residencial e comercial, que não terá efeito significativo no dimensionamento, conforme projeto urbanístico.

4.2.3 Concepção do Sistema

Os efluentes dos esgotos sanitários deste empreendimento seguirão por gravidade até uma Estação Elevatória de Esgoto Projetada. Em seguida, serão recalcados até uma Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) composta por fossa séptica e filtro anaeróbio, do qual serão transportados por gravidade e interligados na rede pública existente nas margens do Ribeirão Bonito, sendo seus efluentes encaminhados até a ETE do município de Descalvado, conforme projeto.

Este projeto prevê a execução da rede coletora com tubos em PVC Ocre PB JE, tubos para as redes coletoras, em F^oF^o K-7 PB JE PARA ESGOTO $\varnothing = 250$ mm para a travessia aérea.

Serão utilizados apenas poços de visita (PV) para fins de mudanças de direção, declividade, diâmetro ou material.

O critério de dimensionamento será o da "Tensão Trativa", preconizado pela NBR 9649/86, da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 1986).

4.2.4 Parâmetros de projeto

• Coeficiente do dia de maior consumo:	$K_1 = 1,20$
• Coeficiente da hora de maior consumo:	$K_2 = 1,50$
• Consumo "per capita":	$q = 200$ L/hab. x dia
• Coeficiente de retorno:	$C = 0,80$
• Taxa de infiltração adotada:	$I = 0,2$ L/s x km
• Coeficiente de Manning:	0,013
• Tensão trativa mínima:	$1,0$ Pa = $0,10$ kgf/m ²
• Lâmina líquida máxima:	$Y/D = 0,75$
• Vazão mínima de cálculo:	1,50 L/s
• Diâmetro mínimo da rede:	150 mm

• Declividade mínima:	0,0050 m/m
• Recobrimento mínimo da rede recomendado:	1,05m
• Extensão real da rede coletora:	$L_r = 3.592,41$ m
• Extensão real da rede de interligação tratada:	$L_r = 1.495,73$ m
• Extensão real da linha de recalque:	$L_r = 239,42$ m

4.2.5 População

De acordo com as características de ocupação populacional da região onde será implantado o loteamento, estima-se que não haverá interesse por parte dos proprietários de lotes em promover suas divisões. Ainda assim, esta possibilidade será vetada no contrato de venda e compra dos lotes. Portanto, para os 364 lotes previstos, a população de saturação será de 5 habitantes por lote, ou seja, 1.820 habitantes.

Para início de plano será estimada uma população equivalente a 35% da de saturação, sendo $P_i = 637$ habitantes.

4.2.6 Previsão de Vazões

► Vazão inicial (Q_i)

A vazão inicial (Q_i) foi calculada em função da contribuição da população desta fase, na hora e dia de maior consumo, acrescida do correspondente à infiltração na rede, ou seja:

$$Q_i = Q_{ei} + L \times I = \frac{P_i \times q \times K_1 \times K_2 \times C}{86400} + L \times I$$

Desta forma, a vazão inicial (Q_i) da rede coletora será:

$$Q_i = \frac{637 \times 200 \times 1,20 \times 1,50 \times 0,80}{86400} + 3.592,41 \times 0,0002$$

$$Q_i = 2,12 + 0,72 = \mathbf{2,84 L/s}$$

E a vazão inicial (Q_i) da rede de interligação tratada será:

$$Q_i = Q_{bomba} + 1.495,73 \times 0,0002$$

$$Q_i = 11,0 + 0,30 = \mathbf{11,30 L/s}$$

➡ Vazão final (Q_f)

A vazão final (Q_f) foi definida em função da contribuição da população de saturação no dia e hora de maior consumo, acrescida do correspondente à infiltração na rede, ou seja:

$$Q_f = Q_{ef} + L \times I = \frac{P_f \times q \times K_1 \times K_2 \times C}{86400} + L \times I$$

Assim, a vazão inicial (Q_f) da rede coletora será:

$$Q_f = \frac{1.820 \times 200 \times 1,20 \times 1,50 \times 0,80}{86400} + 3.592,41 \times 0,0002$$

$$Q_f = 6,06 + 0,72 = \mathbf{6,78 L/s}$$

Enquanto a vazão final (Q_f) da rede de interligação tratada será:

$$Q_f = Q_{bomba} + 1.495,73 \times 0,0002$$

$$Q_f = 11,0 + 0,30 = \mathbf{11,30 L/s}$$

➡ Taxas de contribuição linear (T_x)

A taxa inicial (T_{xi}) da rede coletora foi calculada segundo a equação:

$$T_{xi} = \frac{Q_{ei}}{L_f} + I = \frac{2,12}{3.592,41} + 0,0002 = \mathbf{0,00079 L/s.km}$$

Para a determinação da taxa final (T_x) da rede coletora utilizou-se a equação:

$$T_x = \frac{Q_{ef}}{L_f} + I = \frac{6,06}{3.592,41} + 0,0002 = \mathbf{0,00189 L/s.km}$$

No caso de trechos sem contribuição, a taxa será:

$$T_i = T_f = I = \mathbf{0,2 L/s.km}$$

4.2.7 Dimensionamento

A partir das informações anteriores, os trechos foram dimensionados conforme ilustrado nas planilhas em anexo.

4.2.8 Dimensionamento da EEE e Linha de Recalque

► Determinação das vazões afluentes da EEE (final de plano)

Considerando população de 1820 habitantes e comprimento da rede de 3.592,41m: $Q_{MIN.} = 0,5 \times Q_{MED.} \therefore Q_{MIN.} = 2,40 \text{ L/s}$, com infiltração

$$Q_{MED.} = \text{Pop} \times q / 86400 \therefore Q_{MED.} = 4,09 \text{ L/s}$$
, com infiltração

$$Q_{MAX.} = Q_{MED.} \times 1,2 \times 1,5 + Q_{AI} \therefore Q_{MAX.} = 6,78 \text{ L/s}$$
, com infiltração

$$Q_{SISTEMA} = \mathbf{6,78 \text{ L/s}}$$

$$\mathbf{Vazão adotada para a bomba (Q_{BOMBA}) = 11,00 \text{ L/s}}$$

Nota: adotou-se a vazão da bomba um pouco maior para que o tempo do ciclo, para a vazão máxima do sistema, seja menor que uma hora ou 60 min e a velocidade no tubo de recalque seja na mínima de $V=0,60\text{m/s}$.

➔Dados do Sistema

Dados do Poço de Sucção: Cota_{NA. mínimo/fundo} = 632,27 m
 Cota_{NA. máxima} = 633,97 m
 Cota_{PONTO MAIS DESFAVORÁVEL} = 656,604 m

Desnível Geométrico: Máximo (H_{GEOMÉTRICO MÁXIMO}) = 24,34 m
 Mínimo (H_{GEOMÉTRICO MÍNIMO}) = 22,64 m

Linha de Recalque: Extensão da Linha de Recalque (L) = 239,42 m
 Material: Barrilete EEE – FºFº
 Recalque PVC para recalque de esgoto

➔Cálculo do Diâmetro de Recalque

$$D = K * Q^{1/2}$$

Onde: K (coeficiente de Bresse) = 1,20

$$Q_{\text{(VAZÃO DE RECALQUE)}} = 11,0 \text{ L/s ou } 0,011 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$D = 0,13 \text{ m}$$

$$\text{Diâmetro adotado recalque (D)} = 150 \text{ mm}$$

$$\text{Diâmetro adotado sucção (D)} = 150 \text{ mm}$$

➔Cálculo das Perdas de Carga

$$\text{Velocidade: } V_{\text{recalque}} = Q / A = 0,62 \text{ m/s}$$

$$V_{\text{sucção}} = Q / A = 0,62 \text{ m/s}$$

► Perdas Localizadas

Barrilete (DN150)

Peça	Quantidade (unid.)	Perda Unitária	K
Curva 90°	2	0,6	1,20
Válvula de retenção	1	12,5	12,5
Registro de Gaveta	1	1,1	1,1
Te de saída lateral	1	10	10
Te passagem direta	2	3,4	6,8
redução	1	0,5	0,5
Total	-	-	32,10

$$h_{\text{localizada}} = K \cdot v^2 / 2 \cdot g = 0,634 \text{ m}$$

Rede Recalque (DN150)

Peça	Quantidade (unid.)	Perda Unitária	K
Curva 90°	3	0,6	1,8
Saída de Canalização	1	1,1	1,1
Te passagem lateral	1	10	10
Total	-	-	12,9

$$h_{\text{localizada}} = K \cdot v^2 / 2 \cdot g = 0,255 \text{ m}$$

$$h_{\text{localizada total}} = 0,634 + 0,255 = 0,889 \text{ m}$$

► Perdas Distribuídas

Sucção: $L_{\text{REAL sucção}}=6,05 \text{ m}$

Vazão=11,00 L/s

C =105

Diâmetro=150mm

Pela Fórmula de Hazen-Williams:

$$J_{\text{sucção}} = 10,643 * Q^{1,85} * C^{-1,85} * D^{-4,87}$$

$$J_{\text{sucção}} = 0,0048 \text{ m/m} = 4,80 \text{ m/km}$$

Portanto, $h_{\text{distribuído sucção}} = 0,0048 \times 6,05 = 0,029 \text{ m.c.a.}$

Recalque: $L_{\text{REAL recalque}} = 241,75 \text{ m}$

Vazão = 11,0 l/s

C=130

Diâmetro=150mm

Pela Fórmula de Hazen-Williams:

$$J_{\text{recalque}} = 10,643 * Q^{1,85} * C^{-1,85} * D^{-4,87}$$

$$J_{\text{recalque}} = 0,0032 \text{ m/m} = 3,20 \text{ m/km}$$

Portanto, $h_{\text{distribuído recalque}} = 0,0032 \times 241,75 = 0,774 \text{ m.c.a.}$

$$h_{\text{localizada total}} = 0,029 + 0,774 = 0,803 \text{ m}$$

► Perdas Totais

$$H = h_{\text{localizada}} + h_{\text{distribuído}} = 0,889 + 0,803 = 1,692 \text{ m.c.a.}$$

► Curva característica do sistema

Quadro – Curva Característica do Sistema

Linha de sucção em 150 mm

Linha de recalque em 150 mm

Vazão			Velocidade		Perda de Carga			H _{geom}	H _{man}
			Sucção	Recalque	Local.	Distrib.	Total		
L/s	m ³ /s	m ³ /h	----- m/s -----		----- m -----				
7,50	0,0075	27,0	0,42	0,42	0,41	0,40	0,81	24,34	25,14
8,00	0,0080	28,8	0,45	0,45	0,47	0,45	0,92	24,34	25,25
8,50	0,0085	30,6	0,48	0,48	0,53	0,50	1,03	24,34	25,36
9,00	0,0090	32,4	0,51	0,51	0,59	0,55	1,15	24,34	25,48
9,50	0,0095	34,2	0,54	0,54	0,66	0,61	1,27	24,34	25,61
10,00	0,0100	36,0	0,57	0,57	0,73	0,67	1,41	24,34	25,74
10,50	0,0105	37,8	0,59	0,59	0,81	0,74	1,55	24,34	25,88
11,00	0,0110	39,6	0,62	0,62	0,89	0,80	1,69	24,34	26,03
11,50	0,0115	41,4	0,65	0,65	0,97	0,87	1,84	24,34	26,18
12,00	0,0120	43,2	0,68	0,68	1,06	0,94	2,00	24,34	26,34
12,50	0,0125	45,0	0,71	0,71	1,15	1,02	2,16	24,34	26,50
13,00	0,0130	46,8	0,74	0,74	1,24	1,09	2,33	24,34	26,67
13,50	0,0135	48,6	0,76	0,76	1,34	1,17	2,51	24,34	26,85
14,00	0,0140	50,4	0,79	0,79	1,44	1,25	2,69	24,34	27,03

➔ Determinação do Conjunto Motor-Bomba

Número de Conjuntos: 2 (1 de reserva)

Conjunto Motor Bomba Submersa:

Pontos operacionais → Vazão= 11,00 L/s (39,60 m³/h)

H_{man} = 26,03m.c.a.

➔ Poço de Sucção

Volume útil teórico (V_{UTIL}) = Q . T / 4

Onde: Q_{BOMBA} = 11,00 L/s (0,66 m³/min)

T_{ciclo} = 6 min.

V_{UTIL} = 0,99 m³

Adotando EEE, Tipo A-1:

Diâmetro interno de 2,00m, $H_{\text{útil}} = 1,00\text{m}$ e Submergência = 0,70m

Volume útil real = 3,14 m³

Volume efetivo = 3,21 m³

► Verificação do Tempo de Detenção de Esgotos (T_d)

$$T_d = \frac{\text{Vol.}_{\text{efetivo}} * 1000}{Q * 60}$$

Sendo: Q em L/s, Vol._{efetivo} em m³ e T_d em min.

Vazão	Tempo de detenção
----- L/s -----	----- min. -----
Q _{MIN.} = 2,40	22,30
Q _{MED.} = 4,09	13,10
Q _{MAX.} = 6,78	7,90

► Verificação do Número de Partidas (N_p)

$$T_c = \frac{V}{Q} + \frac{V}{Q - Q_a}$$

Onde: T_c = tempo de ciclo (min)

V = volume do poço efetivo

Q_a = vazão afluente ao poço

Q = vazão da bomba

$$N_p = \frac{60}{T_c}$$

Vazão ----- L/s -----	T_c ----- min. -----	N_p
Q _{MIN.} = 2,40	28,5	2
Q _{MED.} = 4,09	20,8	3
Q _{MAX.} = 6,78	20,6	3

► Cálculo da Potência da Bomba no Ponto Máximo (Pot_{bomba})

$$Pot_{bomba} = \frac{Q * U * H_m}{75 * h}$$

Onde: Q=vazão (m³/s)

U= peso específico da água (kgf/m³)

H_m= altura manométrica (m.c.a.)

h =rendimento da bomba (0,5057)

$$Pot_{bomba} = \frac{0,011 * 1000 * 26,03}{75 * 0,5057} = 7,55 \text{ CV}$$

OBS.: Será adotado um grupo gerador para suprir a falta de energia elétrica, conforme projeto elétrico.

4.3 Especificação de serviços

4.3.1 Aspecto geral

Antes da implantação da rede será realizado o reestaqueamento da rua, na posição do eixo das tubulações, e o seu nivelamento com o intuito de verificar se o serviço de terraplanagem foi executado de acordo com os greides projetados.

Caso sejam observadas diferenças, deverão ser feitas as adaptações necessárias ao projeto para que continuem sendo respeitadas as condições de perfeito funcionamento hidráulico da rede.

4.3.2 Escavação de valas e cavas

As valas serão abertas por meios manuais ou mecânicos e terão largura mínima de 0,80 m para profundidades até 1,50 m, acima do que deverá a largura, e aumentar em 0,10 m para cada metro a mais na profundidade da vala.

As declividades, salvo justificativas específicas, deverão obedecer rigorosamente aos valores fixados em projeto. E as valas e cavas devidamente escoradas de acordo com a profundidade e/ou natureza do terreno, de forma a proporcionar a máxima segurança ao pessoal de obra.

4.3.3 Assentamento das tubulações

O fundo das valas será convenientemente preparado, segundo o tipo de terreno ali encontrado, alinhando-se e proporcionando-se uma declividade constante correspondente à indicada em projeto, não sendo permitidas ondulações das tubulações em quaisquer sentidos.

Antes do completo fechamento da vala, as tubulações deverão ser submetidas a testes de vazamentos por prova de fumaça, bem como concomitante cadastramento completo.

Independentemente do tipo de assentamento empregado, deverá ser executado sobre os tubos um recobrimento de material selecionado, isenta de pedras e entulhos, de no mínimo 30 cm.

O restante do reaterro da vala deverá ser lançado em camadas sucessivas e compactado, de tal forma a se obter o mesmo estado do terreno das laterais da vala.

O reaterro e compactação mecanizada somente serão permitidos se o processo garantir as exigências retro mencionadas.

4.4 Poços de Visita

Os tubos utilizados para atravessar as paredes dos PV's deverão ser devidamente tratados para que se consiga uma perfeita aderência à alvenaria e se estabeleça uma vedação adequada.

Neste aspecto, aconselha-se tratar o lado externo da parede do tubo com adesivo para juntas elásticas, aplicando-se em seguida areia seca.

4.5 Cuidados especiais

Devido às características do material, há que se dar especial atenção à carga, transporte, descarga, estocagem, manuseio interno, etc. Para tanto, deverá o fiscal da obra certificar, junto ao fabricante, as limitações e os cuidados necessários ao bom aproveitamento deste material.

4.6 Segurança

Com o intuito de se oferecer a devida segurança, tanto aos trabalhadores quanto a terceiros, toda a obra deverá ser devidamente sinalizada, assim como deverão ser obedecidas, a contento, as exigências de segurança no que tange à correta execução das obras, uso de equipamentos de proteção individual (EPI's) e adoção de medidas administrativas e equipamentos de proteção coletiva.

4.7 Outros serviços

Deverão ser executados de acordo com a boa técnica, utilizando-se, como nos casos anteriores, de pessoal devidamente qualificado e afeito as nuances deste tipo de obra.

4.8 Relação de Materiais (Vide Planilha)

Tratamento séptico com filtro anaeróbio.

4.9 Tipo de Tratamento

Para o presente loteamento foi adotada a estação séptica de câmara única com filtro anaeróbio, a ser construída de acordo com a NBR 7.220 (ABNT, 1987) e NBR 13.969 (ABNT, 1997), a partir do dimensionamento do projeto e pelo memorial descritivo.

4.10 Uso da Estação

Primeiramente, não devem ser lançadas águas pluviais à estação séptica e, por isso, os despejos que apresentarem condições prejudiciais ao bom funcionamento da estação séptica ou elevado índice de contaminação são objetos de estudo especial a ser submetido à autoridade competente, enquanto não houver norma especial sobre o assunto.

4.10.1 Disposição do Efluente

Para o presente loteamento, o efluente vai ser disposto através de filtro anaeróbio e interligado à rede pública coletora de esgoto.

4.10.2 Condições Específicas

4.10.2.1 Projeto

No cálculo da contribuição de despejo, foram considerados os seguintes dados:

- a) número de lotes: 364
- b) número de pessoas a serem atendidas: 05(cinco)/lote; total: 1820 hab.
- c) o consumo de água adotado foi o de 200 L/hab/dia, conforme projeto da rede de abastecimento de água.
- d) contribuição de despejo: 160 L/hab/dia

4.10.3 Período de Detenção dos Despejos

Como o loteamento tem sua destinação ao uso misto, ou seja, residencial e comercial, com predominância residencial, foi adotado o período de 12 h, e o período de detenção $T = 0,50$ dia.

4.10.4 Contribuição do Lodo Fresco (L_f)

Foi adotado o valor mínimo constante da tabela 1 da NBR 7229 (ABNT, 1993) que, para o presente caso, é de $L_f = 1$.

4.10.5 Taxa de Acumulação Total de Lodo

Para o efeito de cálculo, foi adotado o intervalo de limpeza de 12 meses ou 1 ano, temperatura ambiente em °C: $10 \leq t \leq 20$ e $K=65$.

4.10.6 Forma

A forma da estação séptica adotada para o presente projeto de loteamento foi a prismática retangular de câmara única.

4.10.7 Dimensionamento da Estação Séptica de Câmara Única

4.10.7.1 O Volume Útil Calculado

$$V = 1000 + N * (C * T + K * L_f)$$

Onde: V = volume útil (L)

N = nº de pessoas ou unidades de contribuição

C = contribuição de despejos (L/pessoa.dia ou L/unidade.dia)

T = período de detenção (dias)

K = taxa de acumulação de lodo digerido (dias), equivalente ao tempo de acumulação de lodo fresco

Lf = contribuição de lodo fresco (L/pessoa.dia ou L/unidade.dia)

$$V = 1000 + 1820 * (160 * 0,50 + 65 * 1) = 264.900 \text{ L} = \mathbf{264,90 \text{ m}^3}$$

4.10.7.2 A Dimensão da Estação Séptica Retangular

Serão adotadas 3 câmaras para facilitar a operação.

$$D = 7,50 * 5,50 * 2,20 \text{ (prof.)} = \mathbf{90,75 \text{ m}^3 \text{ (cada)}}$$

$$\text{Total} = 3 * 90,75 = \mathbf{272,25 \text{ m}^3}$$

4.10.7.3 Tubo de Entrada

A geratriz inferior do tubo de entrada dos esgotos deve estar, no mínimo, a 0,15 m acima da superfície livre do líquido, com diâmetro de 0,15 m.

4.10.7.4 Dispositivo de Entrada e Saída

O dispositivo de entrada e saída adotado foi o de cortinas, sendo que a parte imersa de saída possui 0,10 m a mais que a entrada, ou seja, parte imersa de entrada = 0,30m, parte imersa de saída = 0,40m e a parte emersa de saída é igual a 0,35m e de entrada 0,40m.

4.10.7.5 Remoção de Lodo Digerido

A remoção do lodo digerido foi projetada para ser feita através de bomba, para tanto, utiliza-se o local por onde é introduzido o mangote de sucção da bomba.

4.10.7.6 Tampão de Inspeção

Para fins de inspeção e eventual remoção do lodo digerido, a fossa séptica terá 02 (dois) tampões de inspeção com diâmetro igual a DN = 1,00 m. Cada um hermeticamente fechado.

4.11 Filtro Anaeróbio

4.11.1 Dimensionamento do filtro anaeróbio

Os cálculos e os dimensionamentos foram realizados de acordo com a NBR 13.969 (ABNT, 1993).

O dimensionamento do filtro anaeróbico de forma retangular prismática de seção quadrada é obtido pelas fórmulas:

a) Volume útil (V)

$$V = 1,60 * N * C * T$$

Onde: N = número de contribuintes

C= contribuição dos despejos (L/pessoa.dia)

T= período de detenção (dias)

$$V = 1,60 * 1820 * 160 * 0,50 = 232.960 L = 232,96 m^3$$

Serão adotados 3 filtros para facilitar a operação e, sendo assim, o volume mínimo para cada um será de $232,96/3 = 77,65 m^3$.

b) Seção horizontal (S)

$$S = \frac{V}{1,50}$$

$$S = \frac{77,65}{1,50} = 51,77 m^2$$

Logo, as dimensões do filtro para um volume de $77,65 m^3$ e área de $51,77 m^2$, portanto, será adotado:

- 9,50 m de comprimento
- 5,50 m de largura
- 1,50 m de profundidade

$$V = 9,50 * 5,50 * 1,50 = 78,38 m^3 \text{ (cada filtro)}$$

$$Total = 3 * 78,38 = 235,14 m^3$$

O filtro anaeróbico está contido em um tanque de forma retangular prismática de seção quadrada. O dispositivo de passagem da fossa séptica para o filtro é através de Te, curva e tubos com diâmetro DN 150 e caixa de distribuição. O dispositivo de saída adotado será o vertedor tipo calha com 0,10 m de largura e comprimento igual à largura do filtro.

O leito filtrante deve ter a altura igual a 1,20 m, que é constante para qualquer volume obtido no dimensionamento. O material filtrante deve ter granulometria mais uniforme possível, podendo variar entre 0,04 m e 0,07 m ou ser adotado a pedra brita nº 4 ou 5.

A laje de cobertura do filtro deve ficar ao nível do terreno, ser de concreto armado dotado de abertura de inspeção com tampão de fechamento hermético com dimensão de 1,00 x 1,00 m.

4.12 Recomendações Importantes

4.12.1 Material

A estação séptica e filtro anaeróbico devem ser construídos ou fabricados com materiais que atendam às especificações e padronizações em vigor.

As tubulações devem ser de material específico para a condução de esgoto e a pedra britada, utilizada no enchimento do filtro anaeróbio, deve ser limpa e isenta de materiais estranhos.

4.12.2 Execução

A localização da estação séptica deve ser tal que atenda às seguintes restrições:

- a) afastamento mínimo de 15,00 m de qualquer fonte de abastecimento de água e poço;
- b) possibilidade de fácil ligação do coletor predial ao futuro coletor público;
- c) facilidade de acesso, tendo em vista a necessidade de remoção periódica do lodo digerido;
- d) não comprometimento dos mananciais e da estabilidade de prédios e terrenos próximos;
- e) nas estações sépticas devem constar em lugar visível as seguintes informações sobre o volume útil e o período de limpeza.
- f) o dimensionamento constante do projeto para este loteamento da estação séptica e filtro anaeróbio é para uma contribuição de 291.200 L/dia, sendo

que, para qualquer contribuição superior deverá ser elaborado novo dimensionamento por engenheiro responsável.

4.12.3 Inspeção

A forma de operar e manter a estação séptica e os elementos de disposição do efluente deverá obedecer às seguintes normas:

- a) a cada 10 meses, ou no máximo 12 meses, é removido o lodo digerido, o qual poderá ser enterrado ou, caso contrário, deve ser removido e disposto em aterro sanitário;
- b) observada a redução da capacidade de infiltração dos filtros, novas unidades devem ser construídas para recuperação da capacidade perdida;
- c) para evitar os inconvenientes, maus odores que ocorrem no início da operação da estação séptica, é recomendado a introdução de 100 a 200 litros de lodo provenientes das fossas antigas ou, na ausência destas, a mesma quantidade de solo rico em húmus;
- d) quando a estação séptica em funcionamento produz maus odores é conveniente introduzir substância alcalinizante como, por exemplo, a cal.

5. CONCLUSÃO

Após a realização do presente trabalho, pode-se verificar a importância de um bom planejamento do Sistema de Esgotamento Sanitário e da importância de cada componente integrante deste.

Pode-se perceber como funcionam todos os procedimentos utilizados nesse tipo de melhoramento urbano.

Conclui-se que esse projeto de esgotamento é completamente viável e se faz também, completamente necessário, uma vez que alteradas as características naturais da região, e com a geração de resíduos a destinação adequada para estes é muito importante.

Concluo que está obra é de grande importância para a população que irá habitar o local, para que as mesmas não sofram com transtornos futuros, internos nas residências e problemas externos com um mal dimensionamento das redes, ou seja, com a realização de um bom projeto e de uma boa obra, o loteador terá redução nos seus gastos em manutenção e reparos futuros e evitará problemas ambientais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABHA. **Elaboração de projeto básico e executivo para estação de tratamento de esgoto**. ABHA: Araguari, 2010.

ABNT. NBR 12209. **Elaboração de projetos hidráulicos-sanitários de estações de tratamento de esgotos sanitários**. 2. ed. ABNT: Rio de Janeiro, 2011.

_____. NBR 12209. **Projeto de estações de tratamento de esgoto sanitário**. ABNT: Rio de Janeiro, 1992.

ARTINA, S.; CALENDIA, G.; CALOMINO, F.; LA LOGGIA, G.; MODICA, C.; PAOLETTI, A.; PAPIRI, S.; RASULO, G.; VELTRI, P. **Sistemi di Fognatura. Manuale di Progettazione**. CSDU - HOEPLI, Milano, 1997. 966 p.

AKAN, A. O.; HOUGHTALEN, R. J. **Engenharia hidráulica**. 4. ed. São Paulo: Pearson, 2012.

AVELINO, M. C. G. S. et al. **Construção de uma estação de tratamento de esgoto na UNESP de Bauru/SP utilizando o sistema de alagados construídos**. Fórum Ambiental da Alta Paulista, v. 7, n. 12, 2011.

BRASIL. Resolução Conama 430, 13 de maio de 2011. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução no 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA.

CASTRO, P. M.; ARAÚJO, R. L. C. Saneamento básico: competências constitucionais da união, estados e municípios. **Perquirere**, v. 7, p. 86-92, 2010. Disponível em: <http://perquirere.unipam.edu.br/documents/23456/49621/saneamento_basico_competencias.pdf>. Acesso em: 08 out. 2016.

CETESB. **Drenagem urbana**: manual de projeto. São Paulo, 1986.

CORREA, R. R. C. **Aplicação da tensão trativa mínima ao transporte hidráulico de sólidos em tubulações**. Revista DAE, v. 45, n. 142, p. 255-265, set. 1985.

DIELLE, E. F. **Estudo da nova norma brasileira de projeto de estação de tratamento de esgotos – NBR 12.209/2011**. Juiz de fora: UFJF, 2014. (Trabalho de Conclusão de Curso).

FERREIRA, K. B. **Aplicabilidade de tipos de sistemas urbanos de esgotamento sanitário em função de variáveis climáticas e topográficas**. 2013. 217 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental). Escola Politécnica e Escola de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013. Disponível em: <<http://www.dissertacoes.poli.ufrj.br/dissertacoes/dissertpoli848.pdf>>. Acesso em: 08 out. 2016.

MENEZES, D. O. et al. **Orientações básicas para operações de estações de tratamento de esgoto – ETEs**. Belo Horizonte: FEAM, 2006.

NETTO, A.; MARTINIANO, J. **Manual de hidráulica**. 8. ed. São Paulo: Blucher, 2000.

NORO, E. A. **Sistema combinado de esgotamento sanitário**: alternativa viabilizadora de sistemas de esgotos. 2012. 78 p. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso de Engenharia Civil). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/63204/000861997.pdf?sequence=1> >. Acesso em: 08 out. 2016.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). **Resolução A/RES/64/292**. Resolução adotada pela Assembleia Geral de 28 de julho de 2010. Disponível em: http://www.un.org/ga/search/view_doc.asp?symbol=A/RES/64/292>. Acesso em: 08 out. 2016.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE (OMS). **Estatísticas sanitárias mundiais 2011**. Disponível em: http://www.who.int/whosis/whostat/ES_WHS2011_Full.pdf?ua=1>. Acesso em: 08 out. 2016.

OLIVEIRA, V. P. S. et al. **Estudo de viabilidade técnica, econômica e social de uma estação compacta de tratamento de efluentes de baixo custo para pequenas comunidades**, 2012.

PELETEIRO, C. S.; ALMEIDA, M. L. R. **Dimensionamento, análise e comparação da viabilidade econômica de uma estação de tratamento de esgotos utilizando os processos de lodos ativados convencional e aeração prolongada**. Rio de Janeiro: UFRJ, 2014. (Trabalho de Conclusão de Curso).

PHILIPPI Jr., A. (Coord.). **Regulação do Saneamento Básico**. Barueri: Manoele, 2013. (Série Sustentabilidade).

PIVELI, R. P. **Tratamento de esgotos sanitários**. (Apostila), 2012.

POLIDO, L. H. **Proposta de projeto e estimativa de custos de uma estação de tratamento de esgoto para o campus ecoville da UTFPR**. Curitiba: UTFPR, 2013. (Trabalho de Conclusão de Curso).

TSUTIYA, M. T.; ALEM SOBRINHO, P. **Coleta e transporte de esgoto sanitário**. 3. ed. São Paulo: Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica de São Paulo, 2011. 548 p.

TSUTIYA, M. T.; BUENO, R. C. R. **Contribuição de Águas Pluviais em Sistemas de Esgoto Sanitário no Brasil**. Água Latinoamérica, Congresso AIDIS, 2004.

TSUTIYA, M. T.; SOBRINHO, P. A. **Coleta e Transporte de Esgoto Sanitário**. Rio de Janeiro: ABES/Fundo editorial, 2011.

UCKER, F. E.; FOLETTTO, C. V.; WOLFF, D. B. **Sistema de tratamento de esgoto para o município de Restinga Seca – RS**. Disc. Scientia. Série: Ciências Naturais e Tecnológicas, v. 11, n. 1, p. 37-49, 2010.

VIEIRA, E. A. **Análise de projeto e operação de estação de tratamento de esgoto em Cravinhos (SP), Brasil.** Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental, REGET/UFSM, v. 5, n. 5, p. 940-949, 2012.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos.** 3. ed. Belo Horizonte: DESA/UFMG, 2005. 452 p.

ANEXO A – Imagens



Preparação para execução da base dos PVa para a obra de uma obra no litoral brasileiro.



Execução da sub base dos PVs de uma obra no litoral brasileiro.



Sub base do PV locada e vala de passagem de tubulação de uma obra no litoral brasileiro.



Vala com tubulação de uma obra no litoral brasileiro.



Vala com tubulação de uma obra no litoral brasileiro.



Preparação dos PVs de uma obra no litoral brasileiro.



Vista do PV locado de uma obra no litoral brasileiro.



Vala com tubulação de uma obra no litoral brasileiro.