UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO JEQUITINHONHA E MUCURI
ENGENHARIA CIVIL

ERIKA SANTOS BRITO
JOSÉ DIOGO RODRIGUES BARRETO

DIMENSIONAMENTO DE UM SISTEMA DE TRATAMENTO DE ESGOTO MODELO DESCENTRALIZADO PARA A CIDADE DE SALTO DA DIVISA-MG

TEÓFILO OTONI
2018

UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO JEQUITINHONHA E MUCURI
ENGENHARIA CIVIL

ERIKA SANTOS BRITO
JOSÉ DIOGO RODRIGUES BARRETO

DIMENSIONAMENTO DE UM SISTEMA DE TRATAMENTO DE ESGOTO MODELO DESCENTRALIZADO PARA A CIDADE DE SALTO DA DIVISA-MG

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Engenharia Civil da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri – UFVJM, como pré-requisito para obtenção do grau de graduado, sob orientação do Prof. Dr. Alexandre Sylvio Vieira da Costa.

TEÓFILO OTONI
2018

ERIKA SANTOS BRITO
JOSÉ DIOGO RODRIGUES BARRETO

DIMENSIONAMENTO DE UM SISTEMA DE PRÉ-TRATAMENTO DE ESGOTO MODELO DESCENTRALIZADO PARA A CIDADE DE SALTO DA DIVISA-MG

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Engenharia Civil da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri – UFVJM, como pré-requisito para obtenção do grau de graduado, sob orientação do Prof. Dr. Alexandre Sylvio Vieira da Costa.

Local, 22 de agosto de 2018.

BANCA EXAMINADORA

Prof. (Nome do orientador)
Afiliações

Prof. (Nome do professor avaliador)
Afiliações

Prof. (Nome do professor avaliador)
Afiliações

TEÓFILO OTONI
2018

RESUMO

A falta de saneamento básico resulta em graves consequências para o bem-estar humano e para o meio ambiente. Esgotos sem disposição final correta trazem consigo diversos transtornos e doenças. Este trabalho teve como objetivo dimensionar um sistema de tratamento de esgotos descentralizado para a cidade de Salto da Divisa- MG. O município possui uma ETE desativada, porém quando a mesma estava ativa, não atendia a total demanda municipal. Existem vários problemas resultantes do esgoto, um deles é o desiquilíbrio do ecossistema do rio Jequitinhonha na região. O sistema proposto neste trabalho é um modelo de tratamento primário descentralizado utilizando tanques com fossa séptica e filtro anaeróbio, ideal para cidades com baixa densidade populacional, possuindo custo relativamente baixo. Para o dimensionamento, foram utilizadas três normas referentes a "Sistema de Tratamento de Esgoto", são elas: NBR 7229/93 (Projeto, Construção e Operação de Sistemas de Tanques Sépticos), NBR-13969/97 (Tanques sépticos - Unidades de Tratamento Complementar e Disposição Final dos Efluentes Líquidos - Projeto, construção e operação). Utilizou-se também o Manual do Saneamento – Funasa. Foram obtidos dados estatísticos e considerações na definição de parâmetros. Como não há concessionária de tratamento de esgoto, a responsabilidade fica a cargo da prefeitura, dessa forma, a coleta de dados não teve um total êxito, por motivo da dificuldade envolvida na obtenção de informações. Sendo assim, foi considerado que o sistema existe e possui abrangência total da área urbana. Com o dimensionamento finalizado, foi proposto um conjunto visando atender a grupos de 20 residências, totalizando 85 sistemas para a zona urbana da cidade. O custo total previsto é de R$ 756.465,15, desses, 78.867,25 relacionados às caixas de limpeza, R$ 338.496,35 relacionados aos 85 tanques sépticos e R$ 339.101,55 relacionados aos filtros anaeróbios.

Palavras-chave: Filtro Anaeróbio ; Tanque séptico; Tratamento de esgoto; Saneamento.

ABSTRACT

The lack of basic sanitation results in serious consequences for human well-being and for the nature. Sewers without proper final disposal bring with them various disorders and diseases. This work had the objective of designing a decentralized sewage pretreatment system for the city of Salto da Divisa-MG. The municipality has a non-functional TEE, but when it was active, it didn't meet the total municipal demand. In the case of the city concerning this work, there're several problems resulting from sewage, one of them is the imbalance of the Jequitinhonha river ecosystem in the region. The system proposed in this work is a decentralized pre-treatment model using septic tanks and anaerobic filter, ideal for cities with low population density, having a relatively low cost. For the design, three standards were used referring to "Sewage Treatment System", they're: NBR 7229/93 (Design, Construction and Operation of Septic Tank Systems), NBR-13969/97 (Septic Tanks - Treatment Units Complementary and Final Disposal of Liquid Effluents - Design, Construction and Operation) and to NBR-13969 its title is "Treatment and final disposal of septic tank system solids", which is under development. The Sanitation Manual - Funasa was also used. Statistical data and considerations were necessary in the definition of parameters. As there isn't sewage treatment concessionaire, the responsibility is borne by the city, so the collection of data wasn't a complete success, because of the difficulty involved in obtaining information. Thus, it was considered that the system exists and has total coverage of the urban area. With the finished design, a set was proposed aiming to attend groups of 20 residences, totaling 85 systems for the urban area of the city. The total estimated cost is R$ 756.465,15, of which 78.867,25 related to the cleaning boxes, R$ 338,496.35 related to the 85 septic tanks and R$ 339,101.55 related to the anaerobic filters.

Keywords: Anaerobic Filter; Tank Septic; Treatment Sewage, Sanitation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Mapa de Minas Gerais 13
Figura 2 - Localização de Salto da Divisa 14
Figura 3 - Mapa de Salto da Divisa 15
Figura 4 - Ponto de Coleta de Água para abastecimento da cidade..... 24
Figura 5 - Lagoa..... 36
Figura 6 - Córrego Lava Pés no início do trecho urbano 37
Figura 7 - Córrego Lava Pés na área central da cidade..... 37
Figura 8 - Lagoa desativada 38
Figura 9 - Lagoa desativada 39
Figura 10 - Macrófitas aquáticas no Rio Jequitinhonha 39
Figura 11 - Rio Jequitinhonha em Salto da Divisa 40
Figura 12 - Situação de coleta e tratamento de esgoto..... 40
Figura 13 - Esquema de funcionamento do sistema 45

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Efeitos do lançamento de esgoto no ambiente..... 19
Quadro 2 - Doenças relacionadas por contaminação de fezes e medidas de prevenção....21

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Contribuição Diária de Esgoto (C) e de Lodo fresco (Lf) por tipo de prédio e de ocupante 32
Tabela 2 - Período de detenção dos despejos, por faixa de contribuição diária 33
Tabela 3 - Tabela Climática de Salto da Divisa 34
Tabela 4 - Taxa de Acumulação Total de Lodo (K), em dias, por intervalo entre limpezas e temperatura do mês mais frio 34
Tabela 5 - Profundidades Máxima e Mínima 34
Tabela 6 - Contribuição por Residência 41
Tabela 7 - Parâmetros de Cálculo 41
Tabela 8 - Resumo Dimensões do Tanque Séptico 43
Tabela 9 - Resumo Dimensões do Filtro Anaeróbio 44
Tabela 10 - Faixas prováveis de remoção dos poluentes, para o conjunto de tanque séptico e filtro anaeróbio em porcentagem 46

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO **11**

1.1 Objetivo **11**

2 DADOS DO MUNICÍPIO **13**

2.1 Caracterização fisiográfica 16

2.2 Dados ssocioeconômicos 16

3 REFERENCIAL TEÓRICO **18**

3.1 Esgoto Sanitário 18

3.1.1 Tipos de Esgoto 18

3.1.2 Consequências e Doenças relacionadas ao lançamento de esgoto a céu aberto e sem tratamento 19

3.2 Saneamento Básico 22

3.2.1 Histórico 23

3.2.2 Saneamento no Brasil 24

3.2.3 Esgotamento sanitário 25

3.3 Tratamento de Esgoto 26

3.3.1 Sistemas de Tratamento de Esgoto Doméstico 27

3.4 Dimensionamento de Sistemas de Tratamento de esgoto 28

3.4.1 Funcionamento do Sistema 29

3.4.2 Normas regulamentadoras 29

4 METODOLOOGIA **30**

4.1 Considerações de Projeto 30

4.2 Taque séptico 32

4.3 Filtro anaeróbio 35

4.4 Orçamento 35

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES **36**

5.1 Problemática de Salto da Divisa - MG 36

5.2 Tanque Séptico 41

5.2.1Dimensionamento do Tanque Séptico 41

5.3 Dimensionamento do filtro anaeróbio 43

5.4 Sistema completo 45

5.5 Orçamento **46**

6 CONCLUSÃO **47**

7 REFERÊNCIAS 48

APÊNDICE A - PLANTA E CORTE DA CAIXA E DO TANQUE 51

APÊNDICE B - PLANTA E DETALHE DO FILTRO 52

APÊNDICE C - CORTE DO FILTRO 53

APÊNDICE D - CORTE DO CONJUNTO 54

APÊNDICE E - PLANILHA ORÇAMENTARIA 55

1 INTRODUÇÃO

A Lei Nº 11.445/2007, conhecida como "Lei do Saneamento", trás diretrizes e padrões para o esgotamento sanitário das cidades brasileiras e direciona a responsabilidade a cada município. Infelizmente, apesar de existirem tais diretrizes e padrões, o esgotamento sanitário é visivelmente um grande problema na maioria das cidades e isso trás graves consequências no que diz respeito à saúde pública, principalmente da população periférica.

A cidade de Salto da Divisa - MG se encontra no Vale do Jequitinhonha e apresenta grande parte da população em situação de pobreza, o que reflete a situação atual de saneamento básico da cidade. A água de consumo da cidade é retirada do próprio rio Jequitinhonha e tratado pela concessionária que possui contrato com o município, a Companhia de Saneamento de Minas Gerais (COPASA). Todos os outros serviços de saneamento básico são de responsabilidade inteiramente do município, e isto dificulta a procura de dados, pois os mesmos são na maioria das vezes inexistentes.

A cidade possui uma Estação de Tratamento de Esgoto, porém desativada. Além disso, quando em funcionamento a ETE não atendia a toda a demanda da cidade, sendo o atendimento limitado a apenas alguns bairros.

Este trabalho se justifica pela problemática da cidade com relação ao meio ambiente e à saúde da população, no que se refere ao saneamento básico e principalmente ao tratamento do esgoto gerado. Por isso, propõe uma solução eficiente e economicamente viável de tratamento de esgoto para a cidade de Salto da Divisa, com a participação da comunidade.

Este tratamento proposto seria um divisor de águas na cidade, caso implantado, pois seus efeitos seriam refletidos na saúde e na economia da cidade, através de atividades econômicas que não podem ser realizadas atualmente devido a situação eutrófica do rio Jequitinhonha no trecho da cidade.

1.1 Objetivo

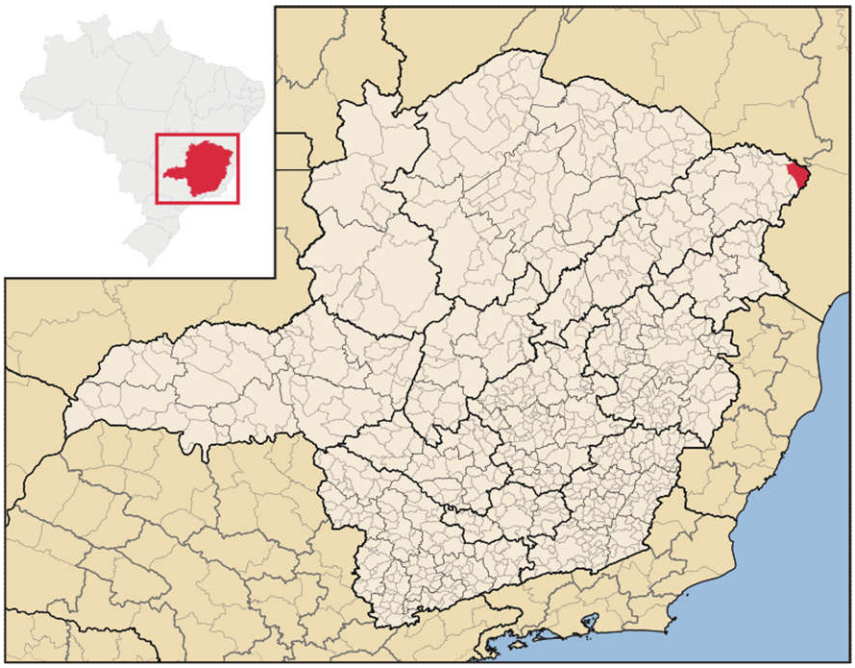
O objetivo deste trabalho é dimensionar um sistema de tratamento de esgoto para a cidade de Salto da Divisa, que possa ser implantado com a participação da comunidade e realizar os cálculos do modelo proposto descentralizado, com tanque séptico e filtro anaeróbio, atendendo a cada 20 residências.

Além do objetivo geral de propor uma solução para a problemática da cidade, será realizado um levantamento quanto a atual situação do saneamento básico na cidade, através de estudos e trabalhos de campo.

2 DADOS DO MUNICÍPIO

A cidade de Salto da Divisa se localiza no Vale do Jequitinhonha, Minas Gerais, mais precisamente no Baixo Jequitinhonha, e faz divisa com o estado da Bahia. Se distancia da capital mineira, Belo Horizonte, em aproximadamente 860km. Na Figura 1 é mostrado a localização da cidade no estado de Minas Gerais e a localização da referida cidade no estado de Minas Gerais, enquanto que na Figura 2 apresenta-se uma imagem de satélite da cidade.

Figura 1 - Mapa de Minas Gerais



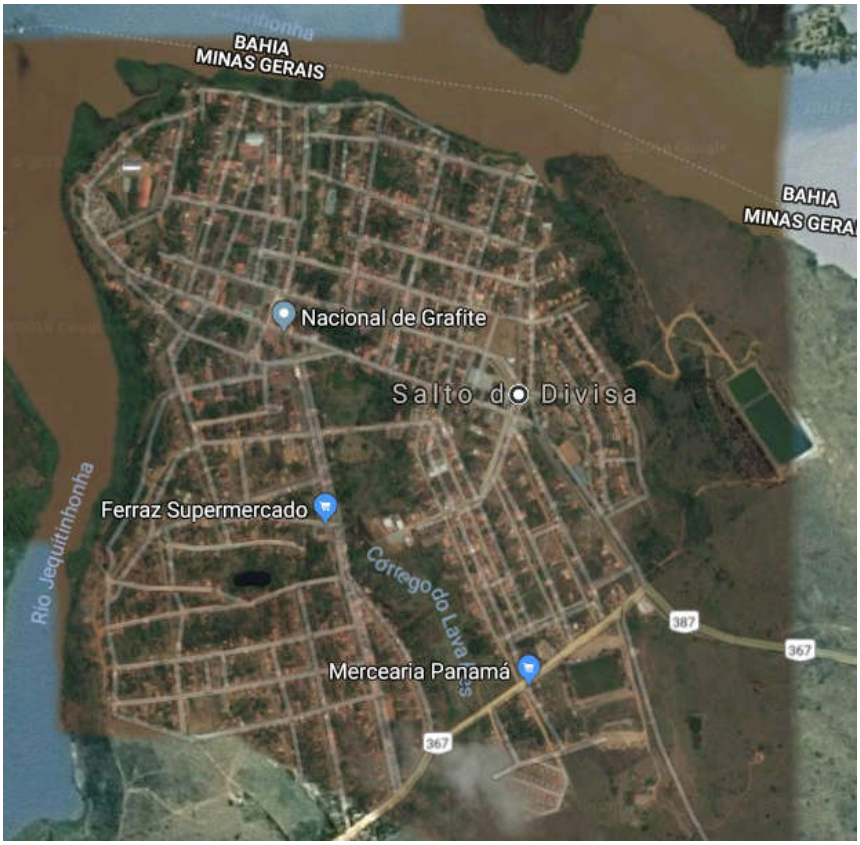
Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2010.

Figura 2 - Salto da Divisa

Fonte: Google Maps, 2018.

Salto da Divisa se divide em 9 bairros, sendo eles: Barro Preto, Bela Vista, Cansanção, Centro, Ipê, Nossa Senhora do Carmo, Saudade, Vila Paraíso e Vila União. Segundo o IBGE, sua população estimada em 2017 era de 7.127 habitantes. Na Figura 3 é mostrado o mapa da cidade.

Figura 3 - Mapa de Salto da Divisa



Fonte: Google Maps, 2018.

Segundo o IBGE (2007), a região começou a ser explorada bem no início da colonização do Brasil, mas os primeiros moradores surgiram apenas no começo século XIX. Como o trecho do Rio Jequitinhonha naquele local não era navegável, os viajantes eram obrigados a desembarcar e muitas vezes a passar a noite, por isso foi instalado um posto policial denominado de Quartel de Salto. Inicialmente foi criado o distrito com a denominação de Salto Grande, pela lei provincial nº 1860, de 12-10-1871. E só em 27 de dezembro de 1948 ocorreu a emancipação através da lei estadual nº 336.

2.1 Caracterização fisiográfica

Segundo o IBGE (2017), o clima na região onde se encontra Salto da Divisa é Tropical Seco, com temperatura média anual de 24°C, sendo o fevereiro o mês mais quente. Apresenta baixo índice pluviométrico, aproximadamente 815 mm de precipitação média anual.

Com relação ao relevo e vegetação, Souza (1997) dissesse que as terras são mais baixas e os índices de temperatura são mais elevados devido à diminuição da altitude. Nessa porção, predomina a vegetação do tipo savana e, ocupando quase que totalmente o lugar da extinta Mata Atlântica, encontra-se uma extensa plantação de capim colonião que serve para alimentar as fazendas de gado, principal atividade econômica nesta faixa do Vale.

2.2 Dados ssocioeconômicos

A população estimada pelo IBGE para Salto da Divisa em 2017 foi de 7.127 habitantes, com densidade demográfica de 7,31 hab/km².

Segundo o IBGE (2015), o salário médio mensal dos trabalhadores formais foifoi de 2,1 salários mínimos, e a população ocupada foifoi de 7,5%. O percentual da população com rendimento nominal mensal per capita de até 1/2 salário mínimo chegouou a 47%, segundo o IBGE (2010). Tais características e estimativas revelam que grande parte da população é carente, muitos vivendo em situação de extrema pobreza.

Quanto à educação, a taxa de escolarização referente aos habitantes de 6 a 14 anos é 97,4%, um valor razoável quando comparado com outros municípios do país e do Estado (IBGE, 2010). O município conta com quatro estabelecimentos de ensino fundamental, sendo doisois estaduais e doisoi municipais, os municipais atendem apenas aos anos iniciais do ensino fundamental. Em 2015, os alunos dos anos iniciais da rede pública da cidade tiveram nota média de 5,1 no Índice de Desenvolvimento da Educação Básica - IDEB, enquanto isso, para os alunos dos anos finais essa nota foi de 3,7. Comparando tais notas com as dos outros municípios do Estado e do país, a cidade fica entre as piores notas. O IDEB varia de 0 a 10. Além disso, a cidade não possui nenhuma instituição de ensino superior.

Segundo o IBGE (2010), o índice de desenvolvimento humano – IDH do município era de 0,608, enquanto o IDH do Brasil era 0,699. O IDH mede o desenvolvimento humano com base no progresso nas de três dimensões básicas: renda, educação e saúde, com o objetivo de comparar as populações de municípios e países, variando de 0 a 1.

Segundo o IBGE (2015), o PIB per capita foi de 12.513,84 reais, ficando muito abaixo do PIB per capita do Brasil, que foi de 28.876 reais.

A taxa de mortalidade infantil média na cidade era de 21,74 para 1.000 nascidos vivos, segundo o IBGE (2014), e está entre os 100 menores índices do estado de Minas Gerais. A cidade conta com um Hospital Municipal e três Postos de Saúde (Programa Saúde da Família) distribuídos nos principais bairros.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Esgoto Sanitário

Os resíduos advindos de atividades humanas resultam em poluição, que é a degradação da qualidade ambiental, que diretamente ou indiretamente, prejudica a saúde, o desenvolvimento social e econômico, a segurança, bem-estar da população, afetando condições estéticas e sanitárias do meio ambiente.(FUNASA, 2015)

Estes efluentes provenientes de diversas modalidades de uso de água, dá-se nome de esgotos, águas servidas ou águas residuárias, e a sua devolução direta ao meio ambiente, especialmente nos corpos de água, causando vários inconvenientes, sendo eles problemas ambientais e à saúde das pessoas e animais, pela transmissão de doenças causadas por germes patogênicos presentes nos dejetos humanos. A resultante é o aumento do número de enfermidades e mortes por doenças veiculadas pela água. Diante disso, torna-se indispensável evitar a possibilidade de contato de dejetos com o homem, águas de abastecimento, vetores (moscas, baratas) e alimentos.(FUNASA. 2015)

3.1.1 Tipos de Esgoto

Existem dois tipos de classificação de esgotos: industriais e domésticos. As águas provindas de esgotos residenciais e industriais, juntamente com águas infiltradas, cujo a quantidade depende do dimensionamento da rede coletora, formam os esgotos sanitários.

3.1.1.1 Esgotos domésticos

São constituídos por matéria orgânica, admitido pelas águas originadas dos dejetos humanos no esgotamento residencial como lavagens de utensílios, roupas e banho. Admitem também esgotos comerciais, de empresas e instituições. E é dividido em: águas imundas, que contêm material fecal e urina; e águas servidas, que são resultantes de lavagens e limpezas.(FUNASA. 2015)

3.1.1.2 Esgotos industriais

São constituídos de matéria orgânica e mineral, com parcela maior de minerais comparado com o esgoto doméstico. Admitem resíduos orgânicos de indústrias alimentícias, agroindústria, indústrias metalúrgicas e etc. Existem também quantidades mínimas associadas a funcionários destas indústrias, com características de esgotos domésticos. (FUNASA. 2015)

Geralmente a rede coletora municipal tem capacidade para suportar apenas os resíduos residenciais, mas dificilmente recebe apenas este. Todo projeto deve ser estudado cuidadosamente quanto à qualidade e quantidade de efluentes, verificando o modo como será o lançamento do tratamento de esgoto nas redes. (FUNASA. 2015)

3.1.2 Consequências e Doenças relacionadas ao lançamento de esgoto a céu aberto e sem tratamento

No Quadro 1 podemos visualizar claramente as consequências advindas do lançamento dos esgotos em ambientes a céu aberto sem tratamento.

Quadro 1 - Efeitos do lançamento de esgoto no ambiente

Poluentes	**Pesticidas Detergentes Outros**	**Tipos de efluentes**	**Efeitos /Consequências**
Sólidos em suspensão	Sólidos em suspensão totais	Domésticos Industriais	Problemas estéticos Depósitos de lodo Adsorção de poluentes Proteção de patógenos
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
Organismos	Coliformes	Domésticos	Doenças relacionadas com as águas

patogênicos			
Nutrientes	Nitrogênio Fósforo	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 (alguns íons) Problemas de permeabilidade do solo (sódio)

Fonte: Adaptado de Mota, 2006 e Cetesb, 2009

O destino incorreto do esgoto, ocasiona diversas doenças. Entre elas temos a desinteria bacilar, esquistossomose, ancilostomíase, amebíase, cólera, diarreia infecciosa etc.

O Quadro 2 mostra as doenças relacionadas por contaminação fecal e formas de prevenção.

Quadro 2 - Doenças relacionadas por contaminação de fezes e medidas de prevenção.

Doenças	Agente patogênico	Transmisão	Medidas
Bactéria Febre tifoide e paratifoide Cólera Diarreia aguda	*Salmonella typhi e paratyphi* *Vibrio cholerae* O1 e O139 *Shigella sp.* *Escherichia coli,* *Campylobacter* *e Yersinia enterocolitica*	Fecal-oral em relação à água	Abastecimento de água (implantação e/ ou ampliação de sistema)
Vírus Hepatite A e E Poliomielite Diarreia aguda	*Vírus da hepatite A* *Vírus da poliomielite* *Vírus Norwalk* *Rotavírus* *Astrovirus* *Adenovírus* *Calicivirus*	Fecal-oral em relação à água	Imunização Qualidade da água/ desinfecção
Protozoário Diarreia aguda Toxoplasmose	*Entamoeba histolytica* *Giardia lamblia* *Cryptosporidium spp.* *Balantidium coli* *Toxoplasma gondi*	Fecal-oral em relação à água	Instalações sanitárias (implantação e manutenção)
Helmintos Ascaridíase Tricuríase Ancilostomíase Esquistossomose Teníase Cisticercose	*Ascaris lumbricoides* *Trichuristrichiura* *Ancylostoma duodenale* *Schistosoma mansoni* *Taenia solium* *Taenia saginata* *Taenia solium*	Fecal-oral em relação ao solo (geohelmintose) Contato da pele com água contaminada Fecal-oral em relação à água e alimentos	Esgotamentos sanitários (implantação e/ ou ampliação de sistema) Higiene dos alimentos

	contaminados
	Ingestão de carne mal cozida

Fonte: Adaptado de Barros et al., 1995

3.2 Saneamento Básico

> O saneamento básico, de acordo com a Lei do Saneamento, inclui o conjunto de serviços, infraestruturas e instalações operacionais de: a) abastecimento de água potável, b) esgotamento sanitário, c) limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos d) drenagem e manejo das águas pluviais urbanas.
> Desse conceito conclui-se que o homem e o meio possuem uma relação intrínseca que pode ser mediada pelo campo do saneamento. A medida que o saneamento evolui em conhecimento, tecnologia e investe na melhoria das condições sanitárias entende-se que sem saneamento seria impossível desfrutar da qualidade de vida. (FUNASA,2015)

O saneamento básico é um fator essencial para um país ser desenvolvido, pois os serviços de água tratada, coleta e tratamento de esgotos levam a melhoria da qualidade de vida da população, sobreudo na Saúde Infantil com redução da mortalidade infantil, melhorias na Educação, na expansão do Turismo, na valorização de imóveis, na renda do trabalhador, na despoluição dos rios e preservação dos recursos hídricos, etc.[2017?, TRATA BRASIL]

Como normativa geral o Brasil possui a Lei do saneamento que foi implantada aLei nº 11.445/07, também conhecida como Lei do Saneamento, que exige medidas para sustentabilidade dos investimentos em saneamento, segundo Freitas e Moraes (2007). O Governo Federal, coordenado pelo Ministério das Cidades, tem o dever de implementar o Plano Nacional de Saneamento Básico (PLANSAB). Além disso, o país tem a responsabilidade com os Objetivos do Milênio das Nações Unidas e a instituição de 2009 a 2010, surgiu então o Biênio Brasileiro de Saneamento (Decreto nº 6.942/09), que tinha o propósito de diminuir pela metade a população sem saneamento básico no Brasil, mas não chegou nem perto da meta.

A Lei nº 11.445/07 tem como princípios, métodos que garantam a universalização do acesso, integralidade, compreendida como o conjunto de todas as atividades e componentes de cada um dos diversos serviços de saneamento básico, abastecimento de água,

disponibilidade em todas as áreas urbanas de serviços de drenagem e manejo das águas pluviais, articulação com as políticas de desenvolvimento urbano e regional, eficiência e sustentabilidade econômica, utilização de tecnologias apropriadas, transparências das ações, controle social, segurança, qualidade e regularidade, integração de infra-estrutura e serviços com a gestão eficiente dos recursos hídricos e adoção de medidas de fomento a moderação do consumo de água (BRASIL, 2007).

Com a Lei 11445/2007 os municípios têm a obrigação de elaborar os seus planos de saneamento, sob risco de não receber investimentos na área, e estabelecer a participação popular como algo essencial (BRASIL, 2007).

O Art. 53 institui o Sistema Nacional de Informação em Saneamento Básico (SNIS), que recolhe dados das prestações de serviços públicos de saneamento básico, com isso o monitoramento das condições dos municípios brasileiros (BRASIL, 2007).

O Art.50 § 1 relata que em caso de recursos não onerosos da União, terá prioridade as ações e empreendimentos que visem ao atendimento de usuários ou municípios que não tenham capacidade de pagamento compatível com a auto sustentação econômica-financeira dos serviços, vedada sua aplicação a empreendimentos contratados de forma onerosa. A lei esclarece que a União tem responsabilidade em enviar recursos para municípios que atendam suas exigências. Desta forma, é necessário ter em mãos o planejamento adequado para que seja possível a alocação do investimento, caso contrário, este será repassado para locais com maior prioridade (BRASIL, 2007).

3.2.1 Histórico

Sanear vem do latim *sanu*: tornar saudável, tornar habitável, higienizar, limpar. Saneamento é o conjunto de medidas para preservar as condições do meio ambiente, prevenir doenças e melhorar as condições de saúde pública. Desde a Antiguidade o homem aprendeu, pela própria experiência, que a água suja, que o lixo e outros resíduos podiam transmitir doenças e, a partir disso, começou a adotar medidas para ter uma água limpa e livrar-se dos detritos. Nascia assim o saneamento básico. (BARROS, 2014)

O tratado de Hipócrates que viveu em 460 a.C. elucidou para a medicina a ligação entre ambiente e saúde. Na época, grandes personalidades se importaram com os princípios do saneamento básico. (BARROS, 2014).

Ocorreu no século V d.C. o início do desenvolvimento de técnicas de manipulação hídrica, como a irrigação, construção de canais e aquedutos e diques. Contudo, o surgimento de tratamentos sanitários foi natural. (BARROS, 2014)

Na antiguidade, as grandes civilizações greco-romanas instauraram o pensamento científico nas áreas exatas dando relevância aos métodos sanitários. Romanos criaram grandes construções de engenharia em seus domínios de conquista, dentre elas as obras de saneamento básico também foram importantes, acabaram por ser os primeiros em organizar ações de saneamento. Já na Idade Média, houve uma grande regressão em projetos de saneamento, pois a igreja que detinha o conhecimento, foi responsável por grandes atrasos de desenvolvimento científico. (BARROS, 2014)

Com a chegada da Idade Moderna, e formação de uma classe intelectual que contribuiu para a criação de escolas e faculdades, houve um maior apoio em estudos científicos de diversas áreas, entre eles a saúde pública. Nessa época, os cidadãos eram responsáveis pelo trabalho de limpeza das vias públicas, bem como tinham o dever de zelar os cursos de água ou eram punidos. Na Revolução Industrial, a geração de riqueza nacional da Inglaterra tinha como base o trabalho assalariado e o mercado usou da procura de elementos que diminuíssem os problemas da saúde, estimulando pesquisas e criação de sistemas e serviços. (BARROS, 2014).

3.2.2 Saneamento no Brasil

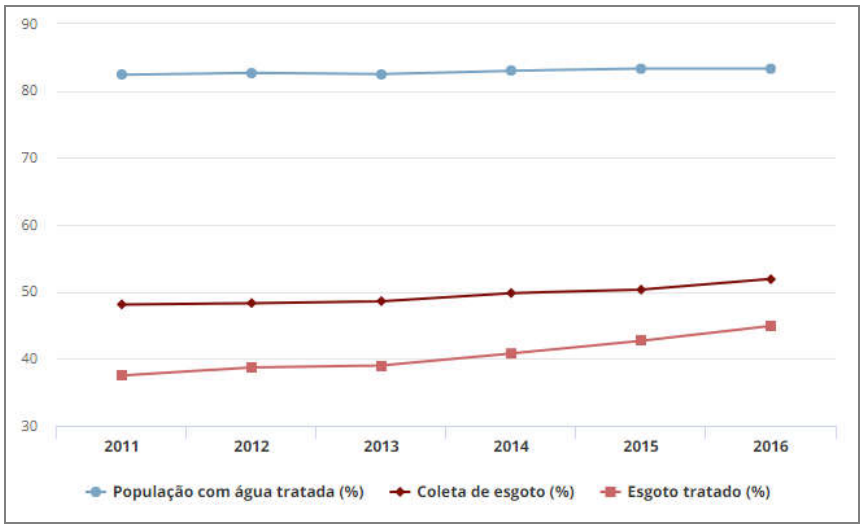
No Brasil o saneamento básico até a década de 1950 acontecia em períodos específicos, quando se acreditava na visão de que a taxa de mortalidade era inversamente proporcional ao esgotamento sanitário e abastecimento de água nos países em desenvolvimento (Soares, Bernardes e Cordeiro Netto, 2002:1715).

Neste meio tempo, em 1971, foi criado o Plano Nacional de Saneamento (PLANASA), que aumentou os índices de atendimento de abastecimento de água, mas por outro lado não teve foco na escassez de coleta e tratamento de esgoto.

A alternativa que se apresenta para reverter o quadro existente foi investir em saneamento. Dados divulgados pelo Ministério da Saúde afirmam que para cada R$1,00 (um real) investido no setor de saneamento, economiza-se R$4,00 (quatro reais) na área de medicina curativa (BRASIL, 2004).

Dados mais recentes do Instituto Trata Brasil em 2017, mostram que a situação de expansão de coleta e tratamento de esgoto evolui vagarosamente conforme a Figura 4, que apresenta dados de 2011 a 2016.

Figura 4 - Situação de coleta e tratamento de esgoto.



Fonte: Instituto Trata Brasil(2017)

Desde 2011 houve uma melhoria de pouco mais de um ponto percentual por ano. Neste ritmo, a universalização do saneamento seria completada daqui a 50 anos.

Um dos motivos do avanço lento é a redução dos investimentos públicos do setor. Desde 2015, houve uma queda de R$ 13,26 bilhões para R$ 11,51 bilhões.(INSTITUTO TRATA BRASIL,2017)

3.2.3 Esgotamento sanitário

Segundo a .Lei 11445/07 o esgotamento sanitário é constituído pelas atividades, infraestruturas e instalações operacionais de coleta, transporte, tratamento e disposição final adequados dos esgotos sanitários, desde as ligações prediais até o seu lançamento final no meio ambiente.(BRASIL,2007)

Os projetos de engenharia que envolvem a implantação seguem as etapas de avaliação, validação e adequações do estudo de concepção de esgotamento existente, envolvendo elaboração de projetos básicos e executivos de tratamento, sejam eles de ETE ou tratamento alternativo sustentável.(FUNASA.2015).

3.3 Tratamento de Esgoto

Para que as pessoas estejam protegidas de esgotos, deve-se haver a execução de sistemas adequados de coleta, tratamento e destinação final para os esgotos sanitários. Em regiões isoladas e rurais, podem ser usadas: fossas secas ou rudimentares, onde não há água encanada; fossas absorventes, não impermeabilizadas, que recebem o esgoto conduzido com veiculação hídrica em locais com o lençol freático profundo, ou preferencialmente a solução de um conjunto composto de fossas sépticas e sumidouro, ou outra destinação para os efluentes dos tanques sépticos, preconizada em norma. Nos centros urbanos com elevada densidade demográfica, a solução mais indicada é a rede coletora pública de esgoto seguida de estação de tratamento de esgoto, em que o mesmo tem suas cargas poluidoras reduzidas antes de ser lançado em algum corpo receptor. No entanto, muitas cidades, ou partes delas, ainda não dispõem de eficientes sistemas públicos coletores de esgoto, sendo indicado o uso das fossas sépticas, as quais, quando não dimensionadas, não executadas e não mantidas de forma adequada, podem resultar em problemas de contaminação ambiental (do solo e da água).(FUNASA,2015)

3.3.1 Sistemas de Tratamento de Esgoto Doméstico

Dentre todas as maneiras de coleta, tratamento e disposição final dos esgotos, pode-se dividir em soluções individuais, isoladas, descentralizadas e coletivas. (FUNASA,2015)

3.3.1.1 Individuais

Para as soluções individuais ou descentralizadas, a opção de tratamento de esgotos domésticos normatizada pela ABNT é o conjunto da unidade de tanque séptico e unidades complementares de tratamento e disposição final de efluentes. (FUNASA,2015)

3.3.1.2 Coletivas

São utilizadas para grupos pequenos de casas ou estabelecimentos, podendo ser aplicado o mesmo tratamento das soluções individuais. Contudo, as soluções coletivas empregam métodos que abrangem ao menos uma bacia ou sub-bacia hidrográfica localizada na região urbana de uma cidade, desta maneira torna-se uma rede coletora e tratamento distribuídos. Outra forma é centralizar a coleta urbana em um local de tratamento, utilizando reversão de bacias e sub-bacias juntamente com bombeamento dos resíduos, denominando essa opção de centralizada. (FUNASA,2015)

Para se obter o melhor resultado de tratamento, é necessário um estudo de geração de projeto. (FUNASA,2015)

3.3.2 Modelo de Tratamento Descentralizado

Ao final do século XX e ínicio do século XXI, o tratamento descentralizado de esgoto foi visto como a alternativa mais sustentável, principalmente para os países em rota de desenvolvimento(PARASKEVAS et al., 2002).

Os sistemas descentralizados tem grande flexibilidade de construção, a definição do arranjo tecnológico deve assegurar proteção da qualidade do meio ambiente, a conservação

dos recursos, a reutilização de água e a reciclagem de nutrientes, necessitando geralmente promover o tratamento em nível avançado(HO, 2005).

O tratamento descentralizado é uma maneira de implantar esgotamento em áreas urbanas com baixa população e áreas rurais, além de haver custos reduzidos em comparação com o modelo centralizado e promover a inclusão social dos cidadãos, nos âmbitos direcionados ao saneamento básico.

3.3.2.1 Tratamento séptico e anaeróbio de esgotos domésticos

Os tanques sépticos são amplamente utilizados em todo o mundo constituindo-se em uma das principais alternativas para o tratamento primário de esgotos de residências, e pequenas áreas não servidas por redes coletoras (CHERNICHARO, 1997). Os tanques sépticos apresentam eficácia de filtragem de sólidos por volta de 50% e de DBO de 30% com base em Jordão e Pessôa (2005). Já Hartmann et al. (2009) relatam que a remoção de DQO e DBO está entre 40 e 70%, com remoção de sólidos por volta de 50 a 80% de eficácia.

O pós-tratamento ainda é necessário por ser um sistema de tratamento fracionado, o efluente ainda representa resquícios de matéria orgânica, sólidos e microrganismos no final do processo.

Atualmente a tecnologia anaeróbia vem sendo muito difundida e utilizada no Brasil, pois é uma opção economicamente viável para tratamento de esgotos domésticos por ser um sistema de construção e operação simples, com pequena produção de lodo e produz também biogás em pequenas escalas (KASSAB et at., 2010).

A NBR 13.969/97 relata que a construção e operação das unidades complementares e de disposição final de efluentes líquidos tem como opções disponíveis o filtro anaeróbio de leito fixo com fluxo ascendente, filtro aeróbio submerso, lodo ativado por batelada, valas de filtração e filtros de areia, e lagoa com plantas aquáticas. Já para as disposições finais têm-se as valas de infiltração, canteiro de infiltração e de evapotranspiração e sumidouro.

3.4 Dimensionamento de Sistemas de Tratamento de esgoto

De acordo as NBR 7229/93 e NBR 13969/97 o dimensionamento do sistema é de grande importância, garantindo bom funcionamento e evitando problemas futuros. Sendo

levados em consideração fatores importantes como o crescimento populacional, taxa de ocupação e flutuação ao longo do ano.

3.4.1 Funcionamento do Sistema

O tanque séptico é considerado um sistema de tratamento primário e tem por objetivo a remoção de sólidos em suspensão sedimentáveis e sólidos flutuantes, geralmente de esgotos domésticos. A remoção desses sólidos implica na redução da carga de DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio). Nesta classe situam-se os decantadores primários, tanques de flotação e digestores primários do lodo (VON SPERLIG, 1996).

O filtro anaeróbio consiste em um reator biológico onde o esgoto é depurado por meio de microorganismos não aeróbios, localizados tanto no espaço vazio do reator quanto nas superfícies do meio filtrante. Utilizado mais como retenção dos sólidos. Todo processo anaeróbio, é afetado pela variação de temperatura do esgoto; sua aplicação deve ser feita de maneira cautelosa. O processo é eficiente na redução de cargas orgânicas elevadas, desde que as outras condições sejam satisfatórias.(NBR 13969/97)

Logo após todo o processo, os efluentes já tratados são direcionados para a rede coletora de esgoto.

3.4.2 Normas regulamentadoras

Como a maioria dos projetos de engenharia, para os projetos de sistema de tratamento de esgoto existem normas que regulamentam e direcionam, através de critérios e exigências, tanto o projeto quanto a execução.

Existem três normas referentes a “Sistemas de Tratamento de Esgoto” e as mesmas são utilizadas nesse trabalho.

A NBR 7229/93 (Projeto, Construção e Operação de Sistemas de Tanques Sépticos) dispõe de todas as fórmulas necessárias para o cálculo e dispões de desenhos explicativos de tanques sépticos que direcionaram o dimensionamento do tanque séptico deste trabalho.

A NBR-13969/97 (Tanques sépticos - Unidades de Tratamento Complementar e Disposição Final dos Efluentes Líquidos - Projeto, construção e operação) é utilizada neste trabalho com principal direcionamento do projeto desenvolvido do filtro anaeróbico, que é o tratamento complementar adotado.

A terceira norma se encontra em fase de elaboração, conforme citado na NBR-13969 seu título é “Tratamento e disposição final de sólidos do sistema de tanque séptico” e irá complementar o assunto tratado nas duas normas anteriores.

Além das Normas Regulamentadores, utilizou-se o Manual do Saneamento – Funasa (Orientações Técnicas), que trás conceitos e orientações quanto ao saneamento e saúde pública, além de enfatizar a importância do saneamento para a população. A FUNASA tem mais 70 anos de experiência no saneamento básico, por isso o manual é considerado o registro de evolução do saneamento básico no Brasil.

4 METODOLOOGIA

Este trabalho propõe um sistema de tratamento de esgoto, com base em dados estatísticos e algumas considerações, para a cidade de Salto da Divisa. A proposta de tratamento consiste em um sistema descentralizado composto por fossa séptica e filtro anaeróbico, com a finalidade de reduzir os níveis de DBO e DQO, facilitando e reduzindo os custos do tratamento final que consideramos existente na cidade.

Após o dimensionamento dos componentes desse sistema, serão apresentados os resultados em planta, orçamento e memorial descritivo.

4.1 Considerações de Projeto

Para realizar o dimensionamento do tanque séptico e filtro, foram utilizados alguns dados estatísticos e algumas considerações na definição dos parâmetros necessários.

A coleta e tratamento de esgoto sanitário na cidade de Salto da Divisa é de responsabilidade da Prefeitura Municipal, não havendo contrato com nenhuma concessionária. Por conta disso, a dificuldade em encontrar informações suficientes a respeito do sistema de coleta de esgoto sanitário é muito grande e a solução encontrada foi considerar que o sistema existe e cobre toda a área urbana.

Mediante a falta de dados atualizados relativos à quantidade de residências, utilizamos como ano de referência para calcular a quantidade média de moradores por residência, o ano de 2010, que apresentou uma população de 6859 distribuídos em 1979 residências. Tais valores representam uma média de 3,5 habitantes por residência, e esse foi o valor considerado nos cálculos de dimensionamento.

Segundo o IBGE, a população estimada de Salto da Divisa em 2017 era de 7.127 habitantes. No projeto serão considerados pequenos sistemas compostos por contribuição de 20 residências, como a média é de 3,5 habitantes por residência, teremos um total de 102 sistemas, como 83% da população é urbana, segundo o Censo 2010, teremos na área urbana 85 sistemas.

Os sistemas serão compostos por tanque séptico, seguido de filtro anaeróbico com fluxo ascendente.

Os parâmetros de projeto do tanque séptico relacionados a dimensões máximas e mínimas, contribuição diária, tempo de detenção e contribuição de lodos frescos foram retirados da NBR 7229 – 93, bem como as fórmulas utilizadas no cálculo de volume.

4.2 Taque séptico

A metodologia da NBR 7229/93 para o cálculo de volume útil do tanque séptico é apresentada a seguir:

- Unidades de contribuição (N): quantidade de habitantes por residência (3,5 hab/residência) multiplicada pela quantidade de residências contribuintes (20 residências), resultando em N = 70 habitantes ou pessoas.
- C: Contribuição de esgoto (L/pessoa): representa a quantidade em L que cada pessoa contribui no volume de esgoto produzido, a NBR 7229 – 93 trás a Tabela 3 - Contribuição diária de esgoto (C) e de lodo fresco (Lf) por tipo de prédio e de ocupante – com os valores de contribuição diária variando de acordo com o tipo de residência e o padrão de vida. Neste caso, foram consideradas as residências com padrão baixo, devido ao elevado índice de pobreza da cidade.

Tabela 1 - Contribuição diária de esgoto (C) e de lodo fresco (Lf) por tipo de prédio e de ocupante

Prédio	Unidade	Contribuição de esgotos (C) e lodo fresco (Lf)	
1. Ocupantes permanentes			
- residência			
Padrão alto	L/pessoa	160	1,00
Padrão médio	L/pessoa	130	1,00
Padrão baixo	L/pessoa	100	1,00
- hotel (exceto lavanderia e cozinha)	L/pessoa	100	1,00
- alojamento provisório	L/pessoa	80	1,00
2. Ocupantes Temporários			
- fábrica em geral	L/pessoa	70	0,30
- escritório	L/pessoa	50	0,20
- edifícios públicos ou comerciais	L/pessoa	50	0,20
- escolas (externatos) e locais de longa permanência	L/pessoa	50	0,20
- bares	L/pessoa	6	0,10
- restaurantes e similares	L/refeição	25	0,10
- cinemas, teatros e locais de curta permanência	L/lugar	2	0,02
- sanitários públicos	L/bacia sanitária	480	4,00

Fonte: NBR 7229/1993.

- Contribuição de esgoto total (Ct): refere-se à multiplicação entre contribuição de esgoto por pessoa (L/pessoa) e unidades de contribuição (pessoas), resultando em Ct = 7000L.
- Tempo de detenção (T): De acordo com a Tabela 4, o tempo de detenção varia com c contribuição diária. Neste caso, como a contribuição total é de 7000 pessoas, o tempo de detenção (T) a ser utilizado no cálculo de volume será de 0,67 dias.

Tabela 2 - Período de detenção dos despejos, por faixa de contribuição diária

Contribuição diária (L)	**Tempo de detenção**	
	Dias	Horas
Até 1500	1	24
De 1501 a 3000	0,92	22
De 3001 a 4500	0,83	20
De 4501 a 6000	0,75	18
De 6001 a 7500	0,67	16
De 7501 a 9000	0,58	14
Mais que 9000	0,5	12

Fonte: NBR 7229/1993.

- Contribuição de lodos frescos (Lf): a contribuição de lodos frescos, representa a quantidade de material instável acumulado na zona de digestão do tanque séptico, por sedimentação de partículas sólidas suspensas no esgoto em início de processo de digestão, em litros/pessoa. Ainda de acordo com a Tabela 3, a contribuição de lodos frescos é igual a Lf = 1L/pessoa.
- Taxa de acumulação de lodo digerido (k): a taxa de acumulação de logo digerido corresponde à quantidade de material acumulado na zona de digestão do tanque séptico, por sedimentação de partículas sólidas suspensas no esgoto, e estabilizado por processo de digestão. Tal taxa varia com o intervalo de limpeza em anos adotado e a temperatura média do mês mais frio do ano. De acordo com a Tabela 5, o mês mais frio do ano é julho sendo sua temperatura média igual a 21,6°C. Neste caso foi adotado como período entre limpeza o tempo de 1 ano, resultando no valor de k igual a 57 dias conforme a Tabela 6.

Tabela 3 - Tabela Climática de Salto da Divisa

	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Maio	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.
Temperatura média (°C)	26.6	26.7	26.5	25.3	23.6	22.3	21.6	22.5	24	25.5	25.7	26
Temperatura mínima (°C)	21.8	21.9	21.9	21	19	17.4	16.7	17.5	19.1	20.9	21.4	21.7
Temperatura máxima (°C)	31.4	31.6	31.1	29.7	28.3	27.3	26.6	27.6	29	30.1	30	30.3
Temperatura média (°F)	79.9	80.1	79.7	77.5	74.5	72.1	70.9	72.5	75.2	77.9	78.3	78.8
Temperatura mínima (°F)	71.2	71.4	71.4	69.8	66.2	63.3	62.1	63.5	66.4	69.6	70.5	71.1
Temperatura máxima (°F)	88.5	88.9	88.0	85.5	82.9	81.1	79.9	81.7	84.2	86.2	86.0	86.5
Chuva (mm)	79	66	102	63	41	34	44	31	35	71	128	121

Fonte: Climate-data.org. Clima: Salto da Divisa.

Tabela 4 - Taxa de acumulação total de lodo (K), em dias, por intervalo entre limpezas e temperatura do mês mais frio

Intervalo entre Limpezas (anos)	Valores de K por faixa de temperatura ambiente		
	$t \leq 10°$	$10° < t \leq 20°$	$t > 20°$
1	94	65	57
2	134	105	97
3	175	145	137
4	214	185	177
5	254	225	217

Fonte: NBR 7229/1993.

- As profundidades mínima e máxima de um tanque séptico variam de acordo com o volume útil calculado. A Tabela 77 - Profundidade útil mínima e máxima, por faixa de volume útil – é mostrada a seguir:

Tabela 5 - Profundidades Máxima e Mínima

Volume útil (m³)	Profundidade útil mínima (m)	Profundidade útil máxima (m)
Até 6,0	1,2	2,2
De 6,0 a 10,0	1,5	2,5
Mais que 10,0	1,8	2,8

Fonte: NBR 7229/1993.

4.3 Filtro anaeróbio

A NBR 7229 – 93 exige que haja um tratamento complementar ao tanque séptico. Neste caso, foi escolhido como mais viável o uso de filtro anaeróbio que é comtemplado na NBR 13969 – 97.

Os parâmetros utilizados para o cálculo do volume do filtro anaeróbio são apresentados na NBR 13969 – 97, mas são os mesmo utilizados no cálculo de volume do tanque séptico que também são apresentados na NBR 7229 – 93 e já apresentados anteriormente neste trabalho.

4.4 Orçamento

O orçamento foi feito com base no modelo da FUNASA disponibilizada no site da própria instituição, e os custos retirados das planilhas SINAPI – Insumos e Composições – Desonerada e SETOP – Desonerada, ambas para a região do Vale do Jequitinhonha no ano de 2018.

4.3 Disposição final

O efluente tratado pelo tanque séptico seguido por filtro anaeróbio vai para a rede de esgoto existente na cidade e posteriormente poderá ser conduzido até o rio, reduzindo a problemática com relação ao ecossistema. Caso o sistema de tratamento que atendia uma pequena parte da cidade seja reativado poderá ser utilizado para o tratamento dos resíduos provenientes da limpeza do sistema.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 Problemática de Salto da Divisa - MG

O Saneamento Básico é dividido em quatro vertentes, são elas: aabastecimento de água potável, ggestão de resíduos sólidos, eesgotamento ssanitário e ddrenagem uurbana.

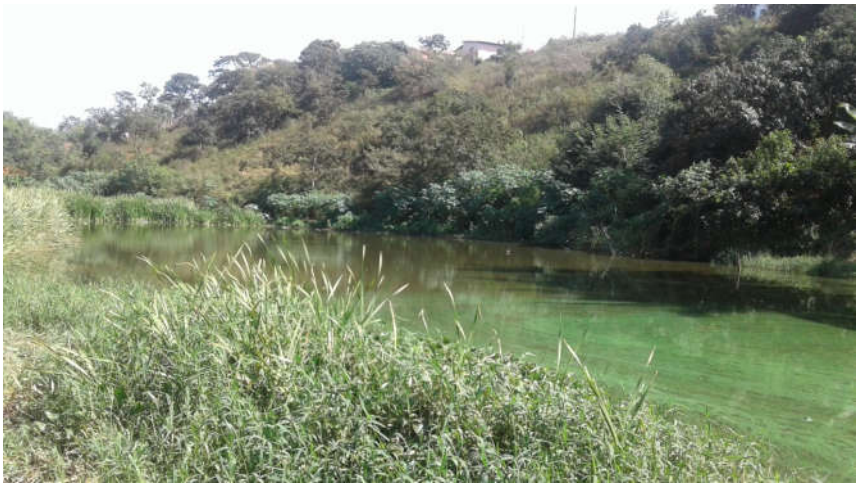
O abastecimento de água potável de Salto da Divisa é realizado através do sistema de abastecimento operado pela COPASA, desde 1987. Esse sistema utiliza a captação de água do rio Jequitinhonha através de bombeamento, que leva a água até a estação de tratamento. O sistema produz cerca 1,2 milhões de litros de água tratada por dia, tem reservatório com capacidade de 690 m³ e atende a uma população de 5.437 habitantes. Na Figura 5 é possível observar o ponto de coleta de água da COPASA, que se situa no trecho urbano do rio.

Figura 5 - Ponto de Coleta de Água para abastecimento da cidade

Fonte: Autores.

Segundo o IBGE (2010), 60,6% dos domicílios possui coleta de esgoto sanitário adequado. Além dos domicílios da zona rural, muitos domicílios da cidade depositam os despejos domésticos diretamente no rio Jequitinhonha, na Lagoa situada na Rua da Lagoa ou no Córrego Lava Pés, que deságua no rio. Na Figura 6 temos a imagem da Lagoa.

Figura 6 - Lagoa



Fonte: Autores

As Figuras 7 e 8 mostram o Córrego Lava Pés que recebe os despejos de esgoto de muitas residências.

Figura 7 - Córrego Lava Pés no início do trecho urbano

Fonte: Autores.

Figura 8 - Córrego Lava Pés na área central da cidade

Fonte: Autores.

A cidade possui uma estação de tratamento de esgoto (ETE) que se encontra desativada há anos. A mesma atendia apenas uma parte das residências da cidade, entrou em funcionamento no início dos anos 2000, mas por falta de manutenção acabou sendo desativada. As Figuras 9 e 10 mostram as lagoas de tratamento da ETE atualmente.

Figura 9 - Lagoa desativada

Fonte: Autores.

Figura 10 - Lagoa desativada

Fonte: Autores.

A falta de tratamento de esgoto, aliada ao fato do trecho urbano do rio Jequitinhonha ser espelho d'água da barragem de Itapebi, causa sérias consequências ao ecossistema da

região. O rio foi tomado por macrófitas aquáticas, como as popularmente conhecidas como aguapés e taboas, que desequilibram o ecossistema e a vida no rio, pois impedem a passagem de luz. As Figuras 11 e 12 ilustram a situação atual no trecho urbano do rio Jequitinhonha em Salto da Divisa.

Figura 11 - Macrófitas aquáticas no Rio Jequitinhonha

Fonte: Autores.

Figura 12 - Rio Jequitinhonha em Salto da Divisa

Fonte: Autores.

5.2 Tanque Séptico

5.2.1Dimensionamento do Tanque Séptico

As Tabelas 1 e 2 apresentam os parâmetros utilizados nos cálculos de dimensionamento do tanque séptico.

Tabela 6 - Contribuição por residência

Número de habitantes:	**6859**
Número de residências:	1979
Média de habitantes por residência:	3,5 hab/residência
Ano de referência:	2010

Fonte: IBGE, 2010

Tabela 7 - Parâmetros de cálculo

Número de Residências Atendidas		**20**
Unidades de Contribuição (pessoas)	N	70
Contribuição de Esgoto (L/pessoa)	C	100
Contribuição de Esgoto Total (L)	Ct	7000
Tempo de Detenção (dias)	T	0,67
Contribuição de Lodos Frescos (em litros/pessoa*dia)	Lf	1
Taxa de acumulação de lodo digerido (dias)	K	57

Fonte: NBR 7229, 1993

- Cálculo do Volume útil total do tanque séptico: Ainda de acordo com a NBR 7229 – 93, o cálculo de volume deve ser realizado com o auxílio da fórmula a seguir:

$$V = 1000 + N\,(CT + K\,Lf) \qquad (1)$$

Utilizando os parâmetros já adotados na fórmula de volume útil, temos:

$$V = 1000 + 70\,(100 * 0{,}67 + 57 * 1)$$

$$V - 9680\,L$$

$$V = 9{,}68\,m^3$$

- Dimensões do Tanque Séptico: Para definir as dimensões do tanque séptico foram utilizadas, além do volume útil, as definições da norma a respeito das dimensões máximas e mínimas, e proporções máximas e mínimas.

Neste caso, foi a adotado o valor mínimo de profundidade igual a 1,5 m.

✓ Largura interna mínima: 0,80 m;

✓ Relação comprimento/largura (para tanques prismáticos (retangulares): mínimo 2:1; máximo 4:1. Neste caso, a relação comprimento/largura utilizada nos cálculos foi a mínima.

- Cálculo das dimensões do tanque séptico: fazendo volume útil igual a largura multiplicada por comprimento multiplicado pela profundidade, temos:

$$V = 9{,}68\ m^3$$

$$V = largura * comprimento * profundidade \quad (2)$$

Como a relação utilizada foi comprimento igual a duas vezes a largura, temos que:

$$comprimento = 2 * largura \quad (3)$$

$$9{,}68\ m^3 = 2 * largura * largura * profundidade$$

Sendo a profundidade mínima igual a 1,5 metros, temos:

$$9{,}68\ m^3 = 2 * 1{,}5 * (largura)^2$$

$$largura_{calc} = 1{,}7963\ metros$$

$$comprimento = 2 * 1{,}80$$

$$comprimento_{calc} = 3{,}60\ metros$$

A seguir temos a Tabela 8 contendo o resumo dos cálculos:

Tabela 8 - Resumo Dimensões do Tanque Séptico

Dimensões do Tanque	Calculado	Adotado
Largura interna (m) (m)	1,7963	1,8
Comprimento (m)(m)	3,6	3,6
Profundidade útil (m) (m)	-	1,5
Volume Total (m³)		9,72

Fonte: Autores

O tanque dimensionado receberá contribuição de cerca de 70 pessoas. As dimensões calculadas conforme a Tabela 8, citada anteriormente, resultam em tanque séptico com uma capacidade de 9,72 m³, ou seja, 9720 litros. Todas as dimensões estão dentro das exigências da NBR 7229 – 93 e os procedimentos construtivos também deverão obedecer a tais exigências.

As soluções construtivas adotadas serão: paredes e laje de fundo executadas em concreto armado que suportem as cargas solicitantes devido a pressões horizontais de terra, carga hidráulica, e cargas rodantes levando em consideração que a localização dos tanques será nas ruas.

O Apêndice A apresenta os desenhos relativos ao tanque séptico, é importante destacar a presença de duas entradas de manutenção. Devido ao comprimento do tanque, de 3,6 metros, apenas uma abertura não seria suficiente paara a manutenção levando em consideração o raio de serviço de 1,5 metros.

A limpeza, conforme o período de limpeza adotado nos cálculos, deverá ocorrer uma vez ao ano. O lodo não deverá ser retirado totalmente, no máximo 90% de remoção do lodo digerido. Sugere-se que o lodo juntamente com a escuma sejam encaminhados a estação de tratamento e nunca descartados em corpos d'água.

5.3 Dimensionamento do filtro anaeróbio

A NBR 13969 – 97 trás as diretrizes para o tratamento complementar dos efluentes de tanque séptico, como o dimensionamento do Filtro Anaeróbio. O volume útil do filtro deve ser calculado com a fórmula a seguir, sendo que o mínimo é 1000L.

$$V_u = 1{,}6NCT \qquad (4)$$

Onde, conforme a metodologia da NBR 7229 – 93,

- N = 70 pessoas
- C = 100 L/(pessoa*dia)
- T = 0,67 dias

Sendo assim,

$$V_u = 1{,}6 * 70 * 100 * 0{,}67$$

$$V_u = 7504\ L$$

$$V_u = 7{,}504 m^3$$

Utilizando o modelo de filtro anaeróbio circular, e adotando a profundidade máxima permitida pela norma de 1,2 metros, é possível calcular o diâmetro do filtro.

$$\frac{\pi * D^2}{4} * 1{,}2 = 7{,}504 m^3$$

$$D = \sqrt{\frac{4 * 7{,}504}{\pi * 1{,}2}}$$

$$D_{calc} = 2{,}8217$$

$$D_{adot} = 2{,}85\ \text{m}$$

Tabela 9 - Resumo dimensões do filtro anaeróbio

Dimensões Filtro Anaeróbio	
Diâmetro Calculado (m) (m)	2,8217
Diâmetro Adotado (m)(m)	2,85
Profundidade (m)(m)	1,2
Volume total (m³)	7,66

Fonte: Autores

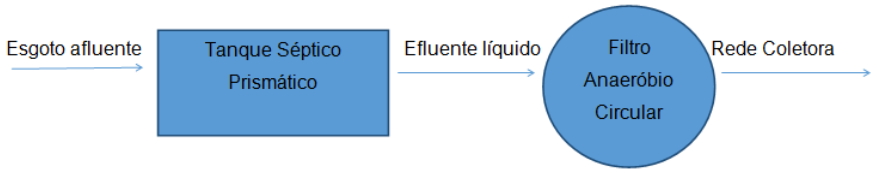
No Apêndice B está o detalhamento do filtro anaeróbio dimensionado neste trabalho, cumprindo todas as exigências da norma supracitada. O modelo escolhido é circular de fluxo ascendente, com fundo falso e como material filtrante a brita 4. As paredes e lajes serão em concreto armado. A laje do fundo falso será composta por furos de 2,5 centímetros com espaçamentos de 15 centímetros como pode ser observado no detalhamento.

Para a limpeza e manutenção, o filtro possui uma entrada de 80 centímetros e dois tubos guias de 200 milímetros. Sempre que ocorrer a obstrução do leito filtrante, será necessário fazer a limpeza do filtro, utilizando-se uma bomba de recalque, introduzindo-se o mangote de sucção pelos tubos-guia. Semelhantemente ao tanque, é sugerido que o material retirado na limpeza seja encaminhado à estação de tratamento da cidade, caso a mesma seja reativada, e jamais descartado em corpos d'água.

5.4 Sistema completo

O sistema de tratamento de esgoto, é composto por tanque séptico e filtro anaeróbio, atendendo 20 residências e cerca de 70 habitantes. No total, serão 85 sistemas que deverão atender a toda a cidade de Salto da Divisa. O conjunto tanque séptico – filtro anaeróbio ocupa um espaço de 7,5 metros de comprimento e 3,15 metros de largura. Em seguida, tem-se a Figura 13 indicando um esquema que ilustra o sistema projetado.

Figura 13 - Esquema de funcionamento do sistema



Fonte: Autores.

No Apêndice C, é possível conferir o desenho do conjunto contendo detalhes tais como as dimensões e as cotas.

A norma trás uma tabela com as faixas prováveis de remoção de poluente de acordo de o tipo de tratamento considerando o conjunto com o tanque séptico. Tais faixas tem o limite mínimo para temperaturas de abaixo 15°C e o limite máximo para temperaturas acima de 25°C. Na Tabela 10, tem-se os valores prováveis de remoção para cada poluente nos limites máximo e mínimo, e através de interpolação os valores relativos à temperatura médiaa do mês mais frio na cidade, sendo 21,6°C em julho.

Tabela 10 - Faixas prováveis de remoção dos poluentes, para o conjunto de tanque séptico e filtro anaeróbio em porcentagem.

Parâmetros / Temperatura	15°C	21,6°C	25°C
DBO5,20	60	83,10	95
DQO	50	69,80	80
Sólidos não Filtráveis - SNF	80	89,90	95
Sólidos Sedimentáveis	90	96,60	100
Nitrogênio Amoniacal	30	63,00	80
Nitrato	30	56,40	70
Fosfato	30	56,40	70

Fonte: NBR...NBR 13969, 1997

5.5 Orçamento

O orçamento foi feito com base no modelo da FUNASA disponibilizada no site da própria instituição, e os custos retirados das planilhas SINAPI – Insumos e Composições – Desonerada e SETOP – Desonerada, ambas para a região do Vale do Jequitinhonha no ano de 2018.

A quantidade de materiais foi calculada a partir do dimensionamento e com o auxílio dos desenhos contendo o detalhamento dos mesmos (Apêndices do A ao D). No Apêndice E constam os detalhamentos dos serviços e materiais a serem utilizados na implantação do sistema, bem como custos unitários, quantidades e custos totais.

6 CONCLUSÃO

O fato da cidade de Salto da Divisa ser uma cidade pequena e do interior acarretou grandes dificuldades com relação à coleta de dados. Outro fator agravante é que a Prefeitura Municipal de Salto da Divisa é responsável pela coleta e tratamento de esgoto sem nenhum contrato com qualquer concessionária.

Este trabalho foi conduzido levando em consideração a hipótese de que todas as ruas são dotadas de rede coletora de esgoto, visto que não foi possível conseguir informações a esse respeito junto à prefeitura municipal. Quando na verdade, existe uma quantidade considerável de residências que despejam seus esgotos diretamente em corpos d'água da cidade. O caso mais crítico é o córrego lava-pés, que funciona como um tipo de vala rudimentar grande parte do seu comprimento, e o seu último trecho é canalizado até o despejo no Rio Jequitinhonha. Outro caso é a lagoa, situada na conhecida Rua da lagoa, que recebe contribuição de esgoto sem nenhum tipo de tratamento. E ainda os casos em que os despejos de esgoto ocorrem diretamente no Rio Jequitinhonha.

A proposta deste trabalho é um tratamento de esgoto de baixo custo, simples instalação e fácil manutenção, com o intuito de reduzir os danos causados ao ecossistema aquático da região e melhorar a qualidade de vida da população.

O sistema proposto é um conjunto de caixa de limpeza com grade, tanque séptico prismático e filtro anaeróbio circular de fluxo ascendente. Cada conjunto atende a 20 residências, totalizando 85 sistemas na zona urbana da cidade. Conforme o Apêndice D, o custo para a implantação do sistema em toda a cidade é de R$ 756.465,15, sendo que o valor de R$ 78.867,25 é referente às caixas de limpeza com grade, R$ 338.496,35 é referente a 85 tanques sépticos e o valor de R$ 339.101,55 se refere a 85 filtros anaeróbios. Se comparado a outros sistemas de tratamento de esgoto, esse sistema possui um dos melhores custos, além de fácil implantação e manutenção.

Caso se consiga fazer a implantação do sistema em parceria com a comunidade, o valor seria reduzido e implantação ainda mais viável tanto do ponto de vista financeiro quanto da conscientização da população quanto à importância de se tratar o esgoto.

7 REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Instalação predial de esgoto sanitário – Procedimento -NBR 8160**. Rio de Janeiro, 1999.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Projeto, construção e operação de sistema de tanques sépticos - NBR 7229**. Rio de Janeiro, 1993.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Tanques sépticos - Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos - Projeto, construção e operação – NBR13969**. Rio de Janeiro, 1997.

ASSOSSIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Estudo de Concepção de Sistemas de Esgoto Sanitário – Procedimento - NBR 9648**. Rio de Janeiro, 1986.

BARROS, R. **CONHEÇA A HISTÓRIA DO SANEAMENTO BÁSICO E DO TRATAMENTO DE ÁGUA E ESGOTO.** Disponível em: < http://www.eosconsultores.com.br/historia-saneamento-basico-e-tratamento-de-agua-e-esgoto/> Acesso em: 10 de maio de 2018.

BRASIL. Fundação Nacional de Saúde. **Manual de Saneamento. 3 ed.rev**.- Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2004. 480 p.

BRASIL. Ministério da Saúde. Fundação Nacional da Saúde. **Manual de orientações técnicas para elaboração de propostas par ao programa de melhorias sanitárias domiciliares** – Funasa / Ministério da Saúde, Fundação Nacional de Saúde. – Brasília: Funasa, 2014. 44p.

BRASIL. Presidência da República. Casa Civil. **Lei Nº 11445.** Brasília, 2007.

CHERNICHARO, Carlos Augusto de Lemos. **Reatores Anaeróbios**. DESA - UFMG. Belo Horizonte, 1997.

CLIMA-DATA. **Climograma de Salto da Divisa**. Disponível em: < https://pt.climate-data.org/location/312916/ > Acesso em: 10 de junho de 2018..

COPASA. **O sistema de esgoto**. Disponível em <http://www.copasa.com.br/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?infoid=67&sid=10&tpl=printerview >. Acesso em 09 de maio2018.

DASMACENO, J.B., **Saneamento Básico, Dignidade da Pessoa Humana e Realização dos Valores Fundamentais**. Disponível em: < http://www.emerj.rj.gov.br/serieaperfeicoamentodemagistrados/paginas/series/17/desenvolvimento_sustentavel_38.pdf >. Acesso em: 10 de julho de 2018.

FENAE, **A FALTA DE SANEAMENTO BÁSICO É GRANDE AMEAÇA À SAÚDE PÚBLICA NO BRASIL**. Disponível em: <http://www.fenae.org.br/portal/fama-2018/noticias/a-falta-de-saneamento-basico-e-grande-ameaca-a-saude-publica-no-brasil.htm > Acesso em: 14 de maio de 2018.

HARTMANN, Cinthia Monteiro, Andreoli, Cleverson V., Edwiges, Thiago, Lupatini , Giancarlo, Andrade Neto, Cícero Onofre de. In: **Lodo de fossa e tanque séptico: caracterização, tecnologias de tratamento, gerenciamento e destino final** / Cleverson Vitorio Andreoli (coordenador). PROSAB 6. Cap. 2. Rio de Janeiro: ABES, 2009.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades, Informações Sobre os Municípios Brasileiros** – Salto da Divisa MG.

JORDÃO, Eduardo Pacheco, PESSÔA, Constantino Arruda. **Tratamento de Esgotos Domésticos**. 4ª Edição – Rio de Janeiro, ABES. 932p, 2005.

KASSAB, G., HALALSHEH, M., KLAPWIJK,A., FAYYAD, M. VAN LIER, J.B. Sequential anaerobic–aerobic treatment for domestic wastewater – A review. **Bioresource Technology** 101, 3299–3310, 2010.

PHILIPPI, L.S. *et al*. **EFICÁCIA DOS SISTEMAS DE TRATAMENTO DE ESGOTO DOMÉSTICO E DE ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO UTILIZANDO WETLANDS CONSIDERANDO PERÍODOS DIFERENTES DE INSTALAÇÃO E DIFERENTES SUBSTRATOS E PLANTASUTILIZADOS.** Disponível em: <http://www.microbacias.sc.gov.br/visualizarArquivo.do?entity.arquivoPK.cdProjeto=1&entity.arquivoPK.cdArquivo=4238>. Acesso em: 25 de junho de 2018.

PLANALTO,. **DECRETO Nº 6.942, DE 18 DE AGOSTO DE 2009.** Disponível em < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2009/Decreto/D6942.htm >Acesso em: 15 de maio de 2018.

SANEAMENTO LIXO. **Saneamento Básico/Lixo**. Disponível em: < http://saneamentolixo.blogspot.com/ > Acesso em: 20 de julho de 2018

SOUZA, C.M.N.; FREITAS, C.M.; MORAES, L.R.S. **Discursos sobre a relação saneamento-saúde-ambiente na legislação: uma análise de conceitos e diretrizes. Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 12, n. 4, p. 371-379, 2007.

SOUZA, J. V. A.. **Luzes e sombras sobre história e cultura no Vale do Jequitinhonha**. In: Gilmar Ribeiro dos Santos. (Org.). Trabalho, cultura e sociedade no Norte/Nordeste de Minas: considerações a partir das Ciências Sociais. Montes Claros: Best Comunicação e Marketing, 1997, v., p. 99-144.

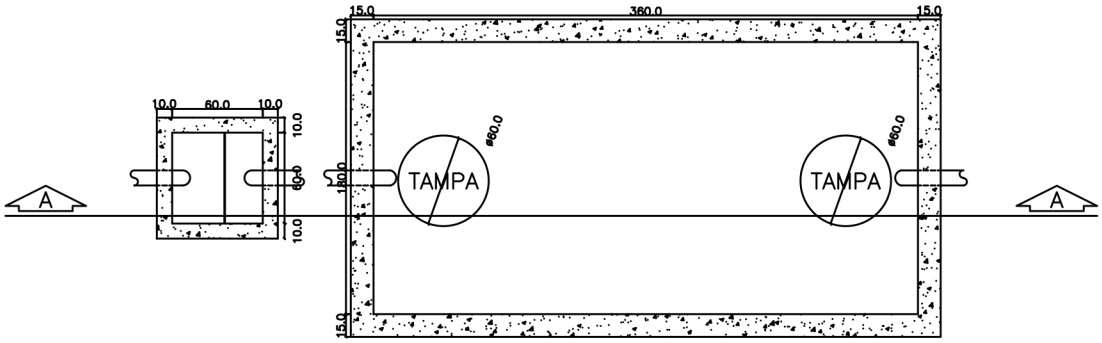
VELASCO, C. **Saneamento melhora, mas metade dos brasileiros segue sem esgoto no país, G1, São Paulo, 15 de março de 2017**. Disponível em: < https://g1.globo.com/economia/noticia/saneamento-melhora-mas-metade-dos- brasileiros-segue-sem-esgoto-no-pais.ghtml > Acesso em: 14 de maio de 2018.

PARASKEVAS, P.A., GIOKAS, D.L., LEKKAS, T.D., Wastewater management in coastal urban areas: the case of Greece. **Water Science and Technology**, v.46, n.8, p. 177–186, 2002.

HO, G. Technology for Sustainability: the role of onsite, small and community scale technology. **Water Science & Technology**, v. 51, n. 10, p. 15- 20, 2005.

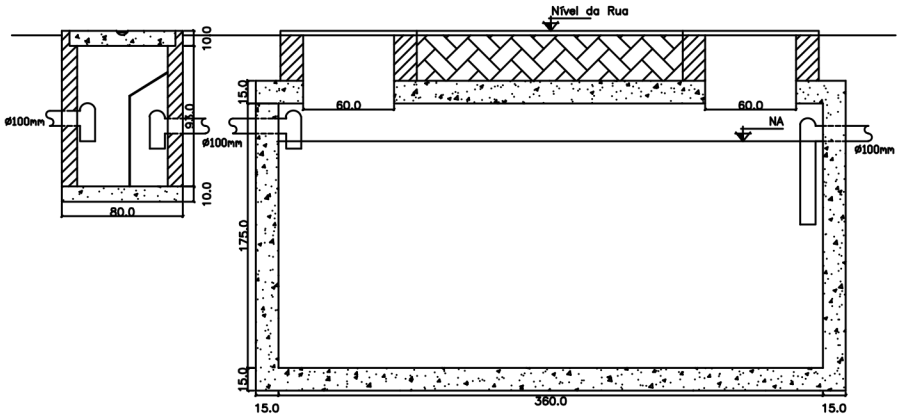
VON SPERLING, M. **Princípios básicos do tratamento de esgotos - Princípios do tratamento biológico de águas residuárias**. Belo Horizonte, UFMG. v.2. 1996.

APÊNDICE A - PLANTA E CORTE DA CAIXA E DO TANQUE



PLANTA - CAIXA E TANQUE

esc 1:50



CORTE AA

esc 1:50

PROJETO	DETALHAMENTO:
Conjunto Tanque Séptico e Filtro Anaeróbio	Planta e Corte - Tanque Séptico

FOLHA:	ESCALA:	MEDIDAS:	DATA:
01/04	Indicada	Em centímetros	30/07/18

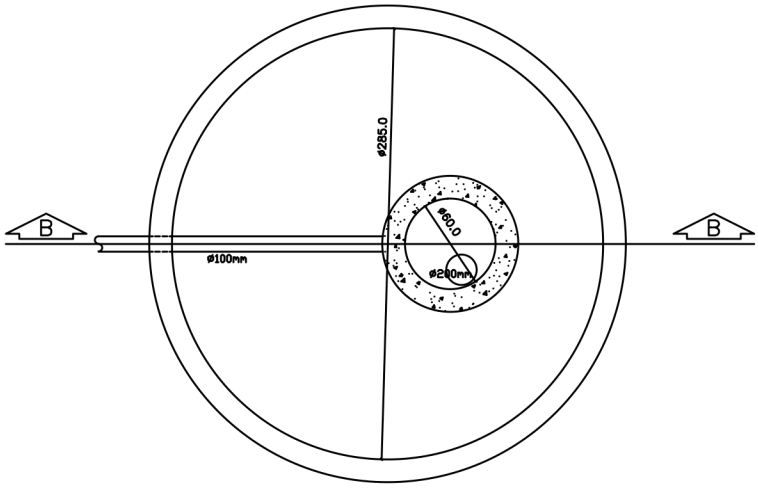
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Proposta de Tratamento de Esgoto em Sistema Descentralizado para a cidade de Salto da Divisa - MG

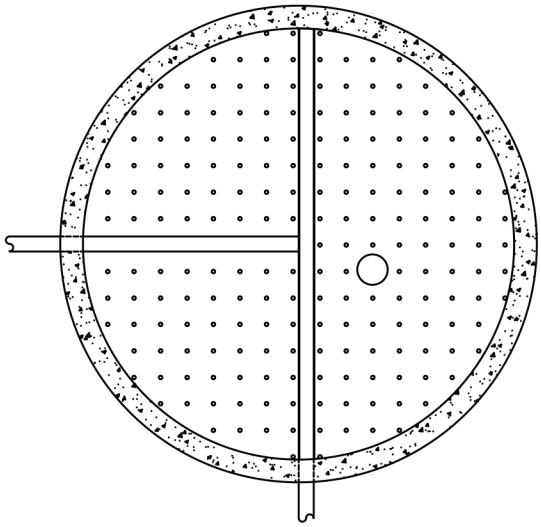
AUTORES:

Erika Santos Brito - José Diogo Rodrigues Barreto

APÊNDICE B - PLANTA E DETALHE DO FILTRO



PLANTA - FILTRO
esc 1:50



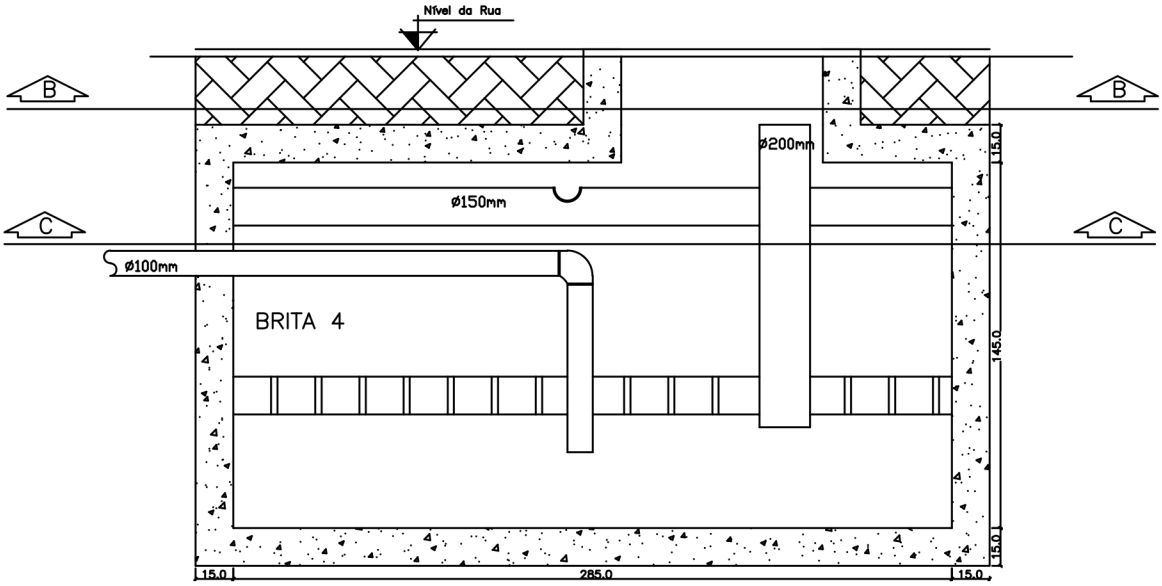
DETALHE FILTRO
esc 1:50

PROJETO: Conjunto Tanque Séptico e Filtro Anaeróbio		DETALHAMENTO: Plantas Filtro Anaeróbio	
FOLHA: 02/04	ESCALA: Indicada	MEDIDAS: Em centímetros	DATA: 30/07/18

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO
Proposta de Tratamento de Esgoto em Sistema Descentralizado para a cidade de Salto da Divisa - MG

AUTORES:
Erika Santos Brito - José Diogo Rodrigues Barreto

APÊNDICE C - CORTE DO FILTRO



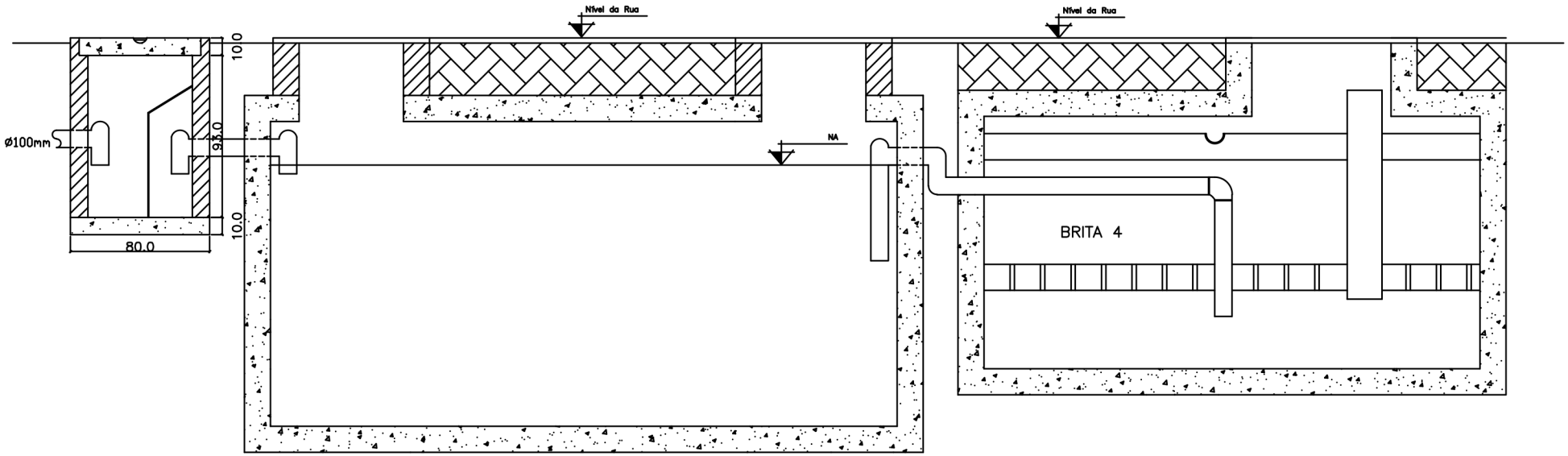
CORTE BB
esc 1:30

PROJETO: Conjunto Tanque Séptico e Filtro Anaeróbio		DETALHAMENTO: Corte Filtro Anaeróbio	
FOLHA: 03/04	ESCALA: Indicada	MEDIDAS: Em centímetros	DATA: 30/07/18

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO
Proposta de Tratamento de Esgoto em Sistema Descentralizado para a cidade de Salto da Divisa - MG

AUTORES:
Erika Santos Brito - José Diogo Rodrigues Barreto

APÊNDICE D - CORTE DO CONJUNTO



CORTE CONJUNTO
esc 1:35

PROJETO: Conjunto Tanque Séptico e Filtro Anaeróbio		DETALHAMENTO: Corte Conjunto	
FOLHA: 04/04	ESCALA: Indicada	MEDIDAS: Em centímetros	DATA: 30/07/18
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO: Proposta de Tratamento de Esgoto em Sistema Descentralizado para a cidade de Salto da Divisa - MG			
AUTORES: Erika Santos Brito - José Diogo Rodrigues Barreto			

APÊNDICE E - PLANILHA ORÇAMENTÁRIA

MUNICÍPIO: SALTO DA DIVISA **ESTADO:** MG
OBRA: TANQUE SÉPTICO - FILTRO ANAERÓBIO
DATA: 31/07/2018 **QUANTIDADE:** 85

ITEM	Cod. SINAPI, SETOP ou composição de custo	DESCRIÇÃO	UNID.	QUANT.	PREÇO	
					UNIT.	TOTAL
1.0		**CAIXA DE LIMPEZA**				
1.1	80000	Raspagem e limpeza do terreno e Locação simples de construção sem gabarito de madeira	M2	0,64	2,75	1,76
1.2	80051	Ligação domiciliar de esgoto dn 100mm, da casa até a caixa, composto por 10,0m tubo de pvc esgoto predial dn 100mm e caixa de alvenaria com tampa de concreto - fornecimento e instalação	UNID;	1,00	434,57	434,57
1.3	HID-GRE-011	Grelha de ferro fundido 30 x 30 cm	UNID;	6,00	81,92	491,52
					TOTAL DOS MATERIAIS	**927,85**
					VALOR TOTAL DAS CAIXAS	**78.867,25**
1.0		**TANQUE SÉPTICO**				
1.1	80000	Raspagem e limpeza do terreno e Locação simples de construção sem gabarito de madeira	M2	10,08	2,75	27,67
1.2	80040	Escavação manual em solo até 4,00 m de profundidade	M3	24,19	20,88	505,21
1.3	97084	Compactação mecânica de solo, com compactador de solos a percussão	M2	10,08	1,98	19,96
1.4	SEE-EST-030	Laje maciça 15 cm de concreto 13,5 mpa com aditivo impermeabilizante, armação, forma , desforma (fundo caixa dágua e cobertura)	M2	16,38	42,93	703,24
1.5	SEE-EST-020	Parede 15 cm concreto 20 mpa com aditivo impermeabilizante, armação, forma, desforma (parede da caixa dágua)	M2	19,95	10,50	209,47
1.6	LAJ-ESC-005	Escoramento para laje pré moldadas em tabuas de pinho, inclusive retirada	M2	8,19	5,86	47,99
1.7	93382	Reaterro manual de valas com compactação mecanizada. af_04/2016	M3	5,90	20,57	121,30
1.8	80043	Alvenaria de elevação com blocos cerâmicos furados	M2	5,65	42,93	242,65
1.9	80013	Chapisco sobre paredes internas e externas empregando argamassa de cimento e areia média sem peneirar no traço de 1:3, espessura = 3 mm.(*)	M2	11,30	2,16	24,41
1.10	80016	Emboço para as paredes internas e externas empregando argamassa mista de cimento, cal e areia média sem peneirar, no traço de 1:2:11, espessura = 1 cm.	M2	11,30	10,50	118,69
1.11	80017	Reboco das paredes internas do tanque séptico, empregando argamassa de cimento e areia fina peneirada no traço de 1:3, espessura = 5 mm.	M2	11,30	12,21	138,03
1.12	80050	Fornecimento e assentamento de tampão de ferro fundido 900mm	UNID.	2,00	408,66	817,31
1.13	80039	Tubulação em PVC rígido esgoto primário para fossa séptica, inclusive conexões.	UNID.	1,00	53,30	53,30
1.14	TRA-CAÇ-015	Transporte de material demolido em caçamba	M3	21,62	20,00	432,43
1.15	TRA-CAR-005	Carga de material de qualquer natureza sobre caminhão - manual	M3	21,62	24,08	520,65
					TOTAL DOS MATERIAIS	**3.982,31**
					VALOR TOTAL DOS TANQUES SÉPTICOS	**338.496,35**

APÊNDICE E - PLANILHA ORÇAMENTÁRIA

2.0		FILTRO ANAERÓBIO				
2.1	80000	Raspagem e limpeza do terreno e locação simples de construção sem gabarito de madeira	M2	11,04	2,75	30,32
2.2	80040	Escavação manual em solo até 4,00 m de profundidade	M3	22,64	20,88	472,84
2.3	97084	Compactação mecânica de solo, com compactador de solos a percussão	M2	11,04	1,98	21,87
2.4	80046	Tubulação em PVC rígido esgoto primário para filtro anaeróbico, inclusive conexões	UNID.	1	96,84	96,84
2.5	SEE-EST-030	Laje maciça 15 cm de concreto 13,5 mpa com aditivo impermeabilizante, armação, forma , desforma (fundo caixa dágua e cobertura)	M2	15,59	0,00	0,00
2.6	SEE-EST-020	Parede 15 cm concreto 20 mpa com aditivo impermeabilizante, armação, forma, desforma (parede da caixa dágua)	M2	14,35	26,91	386,16
2.7	LAJ-ESC-005	Escoramento para laje pré moldadas em tabuas de pinho, inclusive retirada	M2	11,04	5,86	64,72
2.8	93382	Reaterro manual de valas com compactação mecanizada. af_04/2016	M3	8,67	20,57	178,25
2.9	80043	Alvenaria de vedação para as paredes do filtro biológico com blocos cerâmicos 10x20x20, assentados com argamassa de cimento, cal e areia no traço de 1:2:9, espessura das juntas = 12 mm, espessura da parede sem revestimento = 19 cm.	M2	5,65	42,93	242,65
2.10	80013	Chapisco sobre paredes empregando argamassa de cimento e areia média sem peneirar no traço de 1:3, espessura = 3 mm.	M2	11,30	2,16	24,41
2.11	80016	Emboço para paredes internas do tanque séptico, empregando argamassa mista de cimento, cal e areia média sem peneirar, no traço de 1:2:11, espessura = 1 cm.	M2	11,30	10,50	118,69
2.12	80017	Reboco das paredes internas do tanque séptico, empregando argamassa de cimento e areia fina peneirada no traço de 1:1,5, espessura = 5 mm.	M2	11,30	12,21	138,03
2.13	80041	Camada de brita nº 4	M3	6,93	64,13	444,26
2.17	80050	Fornecimento e assentamento de tampão de ferro fundido 900mm	UNID.	1,00	408,66	817,31
2.18	TRA-CAÇ-015	Transporte de material demolido em caçamba	M3	21,62	20,00	432,43
2.19	TRA-CAR-005	Carga de material de qualquer natureza sobre caminhão - manual	M3	21,62	24,08	520,65
					TOTAL DOS MATERIAIS	3.989,43
					VALOR TOTAL DOS FILTROS ANAERÓBIOS	339.101,55
					VALOR GLOBAL	756.465,15