

**UNIDOCTUM**

**ANA CAROLINY WEBERLING DE OLIVEIRA BITTENCOURT**

**BÁRBARA COSTA TRINDADE**

**HILTON TADEU ALVES MORAIS**

**ANALISE DA PERCEPÇÃO DOS MORADORES A RESPEITO DA IMPORTÂNCIA  
DO TRATAMENTO DE ESGOTO, E PROPOSTA DE PROJETO DE  
DIMENSIONAMENTO DE TRATAMENTO DE ESGOTO NO DISTRITO DE  
TOPÁZIO EM TEÓFILO OTONI – MG**

**TEÓFILO OTONI**

**2018**



**ANA CAROLINY WEBERLING DE OLIVEIRA BITTENCOURT  
BÁRBARA COSTA TRINDADE  
HILTON TADEU ALVES MORAIS  
UNIDOCTUM**

**ANALISE DA PERCEPÇÃO DOS MORADORES A RESPEITO DA IMPORTÂNCIA  
DO TRATAMENTO DE ESGOTO, E PROPOSTA DE PROJETO DE  
DIMENSIONAMENTO DE TRATAMENTO DE ESGOTO NO DISTRITO DE  
TOPÁZIO EM TEÓFILO OTONI – MG**

**Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado ao Curso de Engenharia  
Ambiental e Sanitária do Centro  
Universitário UNIDOCTUM, como  
requisito parcial para a obtenção do  
grau de bacharel em Engenharia  
Ambiental e Sanitária.**

**Área de concentração: Saneamento**

**Orientadora Professora Msc. Vitória  
Irma Gonçalves Lopes de Faria Freitas.**

**TEÓFILO OTONI**

**2018**





## FACULDADES UNIFICADAS DE TEÓFILO OTONI

### FOLHA DE APROVAÇÃO

O Trabalho de Conclusão de Curso intitulado: Análise da percepção dos moradores a respeito da importância do tratamento de esgoto e proposta de projeto dimensionamento de um sistema de pré tratamento de esgoto durante a águas residuais, em Topazio- Teófilo Otoni MG, elaborado pelos alunos Ana Caroliny Weberling De Oliveira Bittencourt, Barbara Costa Trindade e Hilton Tadeu Alves Moraes, foi aprovado por todos os membros da Banca Examinadora e aceito pelo curso de Engenharia Ambiental e Sanitária das Faculdades Unificadas Teófilo Otoni, como requisito parcial da obtenção do título de

### BACHAREL EM ENGENHARIA AMBIENTAL E SANITÁRIA

Teófilo Otoni, 13 de dezembro de 2018

\_\_\_\_\_  
Vitória Irma Gonçalves Lopes de Faria Freitas

\_\_\_\_\_  
Níve Bastos Oliveira

\_\_\_\_\_  
Larissa Petrine Alves Lorentz

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus por nos conceder forças para concluir mais esta etapa.

À nossa orientadora, a professora Vitória Irma, pelo apoio e incentivo para a realização desta monografia.

À nossas famílias pelo amor e paciência à nós dedicados.

## **ABREVIATURAS E SIGLAS**

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas  
ADP - Adenosina Difosfato  
AMP - Adenosina Monofosfato  
ATP - Adenosina Trifosfato  
CIVIS - Centro de Informação em Saúde para Viajantes  
CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente  
COPASA - Companhia de Saneamento de Minas Gerais  
CPRM - Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais  
DBO - Demanda Bioquímica de Oxigênio  
DQO - Demanda Química de Oxigênio  
ETE - Estação de Tratamento de Esgoto  
FUNASA - Fundação Nacional de Saúde  
IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística  
NBR - Norma Brasileira  
OMS - Organização Mundial de Saúde  
OD - Oxigênio Dissolvido  
PMSB - Plano Municipal de Saneamento Básico  
PNAD - Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios  
PNUMA - Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente  
PSF – Programa de Saúde da Família  
SF - Sólidos Fixos  
ST - Sólidos Totais  
SST - Sólidos em Suspensão Totais  
SV - Sólidos Voláteis





## LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Municípios limítrofes à Teófilo Otoni .....	42
Figura 2- Localização hipotética dos sistemas de tratamento .....	54



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Contribuição diária de esgoto (C) e de lodo fresco (Lf) por tipo de prédio e de ocupante.....	30
Tabela 2: Período de detenção dos despejos, por faixa de contribuição diária .....	31
Tabela 3: Taxa de acumulação total de lodo (K), em dias, por intervalo entre limpezas e temperatura do mês mais frio .....	32
Tabela 4: Profundidade útil mínima e máxima, por faixa de volume útil.....	33
Tabela 5: Possíveis faixas de variação de coeficiente de infiltração .....	37



## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Ligação com a Rede Coletora .....	47
Gráfico 2: Relação entre a Destinação Adequado do Esgoto e a Saúde dos Moradores .....	48
Gráfico 3: Tratamento Inadequado do Esgoto vs Saúde dos Moradores .....	49
Gráfico 4: Ausência no Trabalho ou Escolas por Doenças Ligadas ao Saneamento .....	50
Gráfico 5: Disponibilidade do Terreno para a Execução de um Projeto de Saneamento .....	51
Gráfico 6: Destino do Esgoto das Residências .....	53



## RESUMO

A falta de saneamento básico no Brasil, em especial nas áreas rurais do país provoca sérios problemas ambientais e de saúde pública. Buscando-se mitigar a falta de saneamento no distrito de Topázio, o presente trabalho teve por objetivo analisar a percepção dos moradores a respeito da importância do tratamento de esgoto, e ainda elaborar uma proposta de projeto de dimensionamento de tratamento de esgoto no distrito de Topázio em Teófilo Otoni – MG. O estudo qualitativo consistiu no levantamento bibliográfico e na coleta de dados sobre o distrito a ser atendido. A partir dos dados obtidos, elaborou-se o dimensionamento do projeto do sistema de tratamento de esgoto em conformidade com as normas brasileiras. Por fim, certificou-se que é viável a implementação do sistema de saneamento básico no distrito de Topázio, uma vez que este, assim como, os mais diversos distritos e cidades do país se encontram em uma situação crítica em relação ao tratamento de seu esgoto.

**Palavras-chave:** Saneamento. Esgoto. Tratamento. Tanque Séptico.





## **ABSTRACT**

The lack of basic sanitation in Brazil, especially in rural areas of the country causes serious environmental and public health problems. In order to mitigate the lack of sanitation in the Topázio district, the objective of this study was to analyze the residents' perception of the importance of sewage treatment, and to elaborate a proposal for a sewage treatment design project in the Topázio district in Teófilo Otoni - MG. The qualitative-quantitative study consisted of a bibliographical survey and the collection of data about the district to be attended to. Based on the data obtained, the project design of the sewage treatment system was elaborated in accordance with Brazilian standards. Finally, it was verified that it is feasible to implement the basic sanitation system in the Topázio district, since this, as well as the most diverse districts and cities of the country are in a critical situation regarding the treatment of their sewage.

**Keywords:** Sanitation. Sewer. Treatment. Septic Tank.



## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b>	<b>23</b>
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO</b>	<b>25</b>
2.1 Definição de Saneamento Básico	25
2.2 Cenário nacional do saneamento básico	25
2.3 Leis do Saneamento no Brasil	26
2.4 Descrição das etapas de tratamento de esgoto	28
2.4.1 Tanque Séptico	29
2.4.2 Filtro Anaeróbio	35
2.4.3 Sumidouro	36
2.5 Padronização da ABNT	40
<b>3 METODOLOGIA E PROCEDIMENTOS TÉCNICOS DA PESQUISA</b>	<b>41</b>
3.1 Classificação da pesquisa quanto aos fins	41
3.2 Classificação da pesquisa quanto aos meios	41
3.2.1 Caracterização da área de estudo	41
3.2.2 Mapeamento	43
3.2.3 Procedimentos de coleta de dados de saúde ambiental	43
3.2.4 Dimensionamento	44
3.2.4.1 Dimensionamento do tanque séptico	44
3.2.4.2 Dimensionamento do filtro anaeróbico	45
3.2.4.3 Dimensionamento do sumidouro	45
3.3 Tratamento de dados	46
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÕES</b>	<b>47</b>
4.1 Análise da percepção dos moradores a respeito da importância do tratamento de esgoto	47
4.2 Mapeamento	54
4.3 Dimensionamento	54
4.3.1 Dimensionamento do tanque séptico	54
4.3.2 Dimensionamento do filtro anaeróbico	56
4.3.3 Dimensionamento do sumidouro	57
<b>5. CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	<b>61</b>
<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>63</b>
<b>APÊNDICE</b>	<b>69</b>



## 1 INTRODUÇÃO

O saneamento básico configura uma das principais obras de infraestrutura de uma nação, pois está intimamente ligado a áreas relacionadas ao desenvolvimento econômico, saúde, meio ambiente e qualidade de vida da população. Neste contexto, o Brasil é marcado pela deficiência e desigualdade no acesso aos serviços essenciais ligados ao saneamento, como coleta e tratamento de esgoto.

Saneamento é definido como o conjunto dos serviços, infraestrutura e instalações operacionais de abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza e drenagem urbana, manejos de resíduos sólidos e de águas pluviais (BRASIL, 2007).

As deficiências dos serviços públicos de saneamento básico nas áreas urbanas e rurais são, em sua maioria, ocasionadas pela falta de investimentos e medidas práticas de saneamento e educação sanitária. Com isso, grande parte da população, desprovida de tais serviços e instruções, tende a descartar os dejetos provenientes de sua residência diretamente sobre o solo ou corpo d'água (BRASIL, 2006). O descarte de esgoto sanitário, sem o devido tratamento por sua vez, torna-se um grave veiculador de doenças, desta forma, torna-se fundamental a instauração de investimentos e políticas públicas em saneamento básico.

A falta de saneamento básico atinge várias regiões no Brasil, com destaque para áreas rurais. Neste contexto, utilizou-se como área de estudo o distrito de Topázio, localizado a 27 Km da cidade de Teófilo Otoni – Minas Gerais, cidade mais próxima onde existe uma Estação de Tratamento de Esgoto - ETE. A comunidade compreende um dos seis distritos do município de Teófilo Otoni. A localidade é atendida pela COPASA no quesito de água, entretanto não há destinação adequada do esgoto sanitário gerado na localidade.

A distância entre o município e o distrito traz questionamentos sobre a viabilidade de se tratar o esgoto gerado, portanto o presente trabalho justifica-se pelo fato de apresentar aos demais profissionais da área, aos órgãos públicos e à sociedade, uma proposta de modelo de dimensionamento para um sistema de tratamento de esgoto sanitário no Distrito de Topázio, contribuindo assim para a melhoria da qualidade de vida dos habitantes, diminuindo os gastos com saúde e reduzindo os agentes causadores de contaminações e doenças.

Diante do exposto, o trabalho propõe analisar a percepção dos moradores a respeito da importância do tratamento de esgoto, e ainda elaborar uma proposta de projeto de dimensionamento de tratamento de esgoto no distrito de Topázio em Teófilo Otoni – MG. O sistema caracteriza-se pela utilização de tanque séptico e filtro anaeróbico para decomposição da matéria orgânica e do sumidouro para destinação final dos efluentes. Atendendo desta forma, a proposta da Lei Nº 11.445/2007, que estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1 Definições de saneamento básico**

De acordo com a definição da Organização Mundial de Saúde (OMS) (2004), “saneamento pode ser definido como o controle de todos os fatores do meio físico do homem, que exercem ou podem exercer efeitos nocivos sobre o bem-estar físico, mental e social”. Logo, o serviço de saneamento, item básico da infraestrutura de um local, consiste em um grupo de atividades composto pela coleta e tratamento de esgoto, fornecimento de água encanada, limpeza das vias públicas e coleta de lixo, conforme a Lei 11.445/07 (BRASIL, 2007).

O saneamento ambiental é de extrema importância para evitar doenças, como a hepatite A, febre amarela, diarreia, cólera, amebíase e malária, em razão dessas enfermidades serem provocadas pelo contato com os parasitas presentes em dejetos humanos encontrados principalmente no esgoto e por ingestão de alimentos ou água contaminada. Do ponto de vista ambiental, a carência de saneamento aumenta a poluição nos corpos hídricos, além de causar fortes odores no entorno dos cursos d'água (BRASIL, 2006).

No Brasil, com a aprovação da Lei a Lei 11.445/07, o setor de saneamento passou a ter um marco legal e contar com novas perspectivas de investimento por parte do Governo, baseando-se nos fundamentos da eficiência de desenvolvimento sustentável, controle social, segurança, qualidade de vida, visando fundamentalmente a integração dos serviços, de modo a criar nos municípios o Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB) (TEOFILO OTONI, 2014).

### **2.2 Cenário nacional do saneamento básico**

A estimativa do consumo diário médio de uma pessoa é de cerca de 150 litros de água. Destes, cerca de 75% é transformado em esgoto – uma mistura de, aproximadamente, 99,9% de água e o restante é uma fração que inclui sólidos orgânicos e inorgânicos, tanto em estado de suspensão, quanto dissolvidos, além de micro-organismos (MELLO, 2007). Sua disposição adequada é essencial à saúde

pública e proteção ao meio ambiente, evitando a poluição do solo e dos mananciais de abastecimento de água, o contato de vetores com fezes, a promoção de novos hábitos higiênicos na população, a promoção do conforto e atendimento ao senso estético (BRASIL, 2004).

Dados do IBGE, em 2008, apontam que, dos 5.564 municípios brasileiros, apenas 27,19% (1.513) possuíam tratamento de esgoto sanitário realizado em estações de tratamento de esgoto (ETE's), com 8.460.590 m<sup>3</sup> diários. Restringindo os dados a região mais populosa do país, o Sudeste, com 1.668 municípios, somente 782 (46,9%) possuíam tratamento de esgoto em ETE's com 5.017.621 m<sup>3</sup>/dia. Já Minas Gerais, com 853 municípios, 23,1% deles (197), possuíam tratamento de esgoto em ETE's, totalizando 600.794 m<sup>3</sup> de esgoto ao dia (IBGE, 2008).

Em relatório de pesquisa produzido pela empresa EX ANTE, em 2014, o acesso à coleta de esgoto pela população brasileira passou de 40,6% para 48,7% entre os anos de 2009 e 2013, sendo que, a promoção ao saneamento cresceu 24,6% (de 78,6 milhões de pessoas para 97,9 milhões). Cita ainda que, a falta de saneamento causa cerca de 340 mil internações por doenças infecciosas no país, com mais de duas mil mortes, segundo dados de 2013. Ainda segundo a pesquisa, em 2008, 15,8 milhões de pessoas declararam terem se afastado de suas atividades laborais por pelo menos um dia, destas, 969 mil, ou 6,1% dos afastamentos foram por causa de diarreias, pois, “a ausência de coleta de esgoto na moradia e a falta de acesso à água tratada elevam a probabilidade de um trabalhador se afastar de suas atividades profissionais e aumentam o número de dias de afastamento”. Esses resultados poderiam ser reduzidos em 26,5% do valor total se o trabalhador sem acesso à água tratada tivesse tal serviço e em 19,6% dos que não possuem coleta de esgoto, possuísem (PNAD apud EX ANTE, 2014).

Segundo a visão da educação, estudantes sem acesso à coleta de esgoto possuem um atraso maior em sua vida acadêmica em relação aos que possuem a mesma condição socioeconômica, mas moram em locais com acesso à coleta de esgoto. A disponibilidade à água tratada e serviços de esgotamento sanitário traria uma redução de 6,8% no atraso escolar (PNAD apud EX ANTE, 2014).

### **2.3 Leis do saneamento no Brasil**



Diante do cenário do saneamento no Brasil, o governo decretou leis que promovessem a saúde pública e estabelecesse um sistema que propiciasse saneamento básico ao país, gerando o bem estar e saúde. Neste contexto, a lei nº 11.445 de 5 de janeiro de 2007 estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico e altera as Leis nºs 6.766 de 19 de dezembro de 1979, 8.036 de 11 de maio de 1990, 8.666 de 21 de junho de 1993 e 8.987 de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei nº 6.528 de 11 de maio de 1978 e dá outras providências (BRASIL, 2007).

Tal lei determina o conjunto de serviços, infraestrutura e instalações operacionais de: abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, limpeza urbana, manejo de resíduos sólidos e drenagem e manejo das águas pluviais. Com o país tão extenso e uma gestão tão falha, os governantes resolveram criar leis e medidas que ofertassem qualidade e perspectivas para o aumento da oferta e melhoria da qualidade dos serviços de saneamento: Lei Nº 11.107/05 – Lei de Consórcios Públicos e Lei Nº 11.445/07 – Lei de Diretrizes Gerais para a Prestação dos Serviços (BRASIL, 2007).

Com o advento da Lei nº 11.107 de 2005, que dispõe sobre normas gerais de contratação de consórcios públicos, o legislador federal procurou editar normas gerais relativas à contratação de consórcios públicos. Há quem diga que estas atividades resumem-se, basicamente, à gestão de bens públicos, fomento do setor privado, poder de polícia, além da prestação de serviços públicos em geral. Por conseguinte, o espectro de atuação dos consórcios públicos é bastante amplo, com possível direcionamento a áreas e finalidades diversas (CARTAXO, 2006).

A Lei 11.445/07 – Lei Federal do Saneamento Básico (Brasil, 2007). é clara ao definir o conjunto de serviços, infra-estruturas e instalações operacionais em seu Art. 3º:

- a) abastecimento de água potável: constituído pelas atividades, infra-estruturas e instalações necessárias ao abastecimento público de água potável, desde a captação até as ligações prediais e respectivos instrumentos de medição;
- b) esgotamento sanitário: constituído pelas atividades, infra-estruturas 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;
- c) limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos: conjunto de atividades, infra-estruturas e instalações operacionais de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destino do lixo doméstico e do lixo originário da varrição e limpeza de logradouros e vias públicas.

A Lei Nº 13.308 (Brasil, 2016), que altera o Art. 3º da Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, estabelece em seu Art. 1º:

d) drenagem e manejo das águas pluviais, limpeza e fiscalização preventiva das respectivas redes urbanas: conjunto de atividades, infraestruturas e instalações operacionais de drenagem urbana de águas pluviais, de transporte, detenção ou retenção para o amortecimento de vazões de cheias, tratamento e disposição final das águas pluviais drenadas nas áreas urbanas;

Desta forma, de acordo com a Lei 11.445/07, todas as prefeituras são obrigadas a elaborar seu Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB) (2014). O plano deve ser elaborado pelo corpo técnico da Prefeitura, com o apoio da sociedade, o qual deve ser aprovado em audiências públicas. Nestas assembleias são discutidas as propostas da Prefeitura e apresentadas sugestões e reivindicações por parte da comunidade. Após as discussões, o PMSB deve ser apreciado pelos vereadores e aprovado pela Câmara Municipal (BRASIL, 2007).

Aprovado, o PMSB passa a ser a referência de desenvolvimento de cada município, estabelecidas as diretrizes para o saneamento básico e fixadas as metas de cobertura e atendimento com os serviços de água; coleta e tratamento do esgoto doméstico, limpeza urbana, coleta e destinação adequada do lixo urbano, drenagem e destino adequado das águas de chuva. Desta forma, observa-se que as medidas adotadas, bem como a legislação, estão associadas ao bem comum da população, e que as leis se harmonizam com diversas outras leis, que servirão como base legal na tomada de decisões (BRASIL, 2007).

## **2.4 Descrição das etapas de tratamento do esgoto**

O sistema proposto será do tipo confinado (ligação dos banheiros diretamente no sistema) e constituído de uma quantidade pequena de residências, logo, não haverá a necessidade de remoção de sólidos grosseiros e areia. Esses materiais são normalmente provenientes de conexões irregulares ao sistema, como efluentes pluviais, comerciais e industriais.

O sistema de tratamento será composto por um tanque séptico, filtro anaeróbico e sumidouro para a disposição final do efluente gerado.

Para a implantação do sistema que atenderá a mais de uma residência, os moradores deverão ceder parte do terreno para as instalações do tanque séptico, filtro anaeróbico e sumidouro, respectivamente.

### 2.4.1 Tanque Séptico

Jordão e Pessoa (2011) destaca que o tanque séptico é um dispositivo de tratamento de esgotos destinado a receber a contribuição de um ou mais domicílios e com capacidade de dar aos esgotos um grau de tratamento compatível com a sua simplicidade e custo. Assim, pode ser definida como uma câmara convenientemente construída para reter os esgotos sanitários por um período de tempo criteriosamente estabelecido, de modo a permitir a sedimentação dos sólidos e a retenção do material graxo contido nos esgotos, transformando-os bioquimicamente em substâncias e compostos mais simples e estáveis. Como os demais sistemas de tratamento, deverá dar condições aos seus efluentes de impedir a poluição de mananciais destinados ao abastecimento doméstico, não alterar as condições de vida aquática nas águas receptoras e não ocasionar a poluição de águas subterrâneas.

Neste sentido, de acordo com Jordão e Pessoa (2011), o funcionamento das fossas sépticas pode ser explicitado nas seguintes fases do desenvolvimento do processo:

- Retenção do esgoto: o esgoto é detido na fossa por um período racionalmente estabelecido, que pode variar de 24 a 12 horas, dependendo das contribuições afluentes (conforme Tabela 3).
- Decantação do esgoto: simultaneamente à fase anterior, processa-se uma sedimentação de 60 a 70% dos sólidos em suspensão contida nos esgotos, formando-se uma substância semilíquida denominada lodo. Parte dos sólidos não sedimentados, formados por óleos, graxas, gorduras e outros materiais misturados com gases, emerge e é retida na superfície livre do líquido, no interior da fossa séptica; estes sólidos são comumente denominados de espuma.
- Digestão anaeróbia do lodo: ambos, lodo e espuma, são degradados por bactérias anaeróbias, provocando destruição total ou parcial de material volátil e organismos patogênicos.
- Redução do volume do lodo: do fenômeno anterior, digestão anaeróbia, resultam gases, líquidos e acentuada redução de volume dos sólidos retidos e digeridos, que adquirem características estáveis capazes de permitir que o efluente líquido das fossas sépticas possa ser disposto em melhores condições de segurança.

Para fazer o dimensionamento devemos determinar a quantidade de habitantes e do número de residências no distrito de Topázio, será determinada quantidade média de habitantes para cada residência ( $\bar{x}$ ), de acordo com a equação (2):

$$(\bar{x}) = \frac{\text{população}}{\text{N}^\circ \text{ de residências}} \quad (2)$$

O sistema contemplando caixa de gordura, fossa séptica, filtro anaeróbico e sumidouro será dimensionado para atender um conjunto de 15 residências, sendo, portanto,  $N_{ra}$  (Número de Residências Atendidas) = 15.

Conforme a NBR 7229 (1993), o Número de Pessoas ou Unidades de Contribuição (N) é a quantidade total de contribuintes para cada sistema, a ser determinado pela equação (3):

$$N = N_{ra} * \bar{x} \quad (3)$$

Após a determinação das Unidades de Contribuição (N), será atribuída a Contribuição Diária de Esgoto (C) e Lodo Fresco (Lf) por Pessoa em litros/pessoa x dia, de acordo com a Tabela 1 da NBR 7229 (1993). Para determinação desses valores, deverão ser considerados os indicadores sociais e o tipo de esgoto produzido na região.

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

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

Fonte: NBR 7229 (1993)

Considerando os valores adotados, será calculada a quantidade de esgoto a ser produzida diariamente (Q), por meio da fórmula (4):

$$Q = N * C \quad (4)$$

Após o cálculo da produção diária de esgoto, deverá ser verificado o Período de Detenção (T), que é o tempo médio de permanência da parcela líquida do esgoto dentro da zona de decantação do tanque séptico, o qual deve ser dimensionado para certo período mínimo de detenção, conforme a Tabela 2 da NBR 7229 (1993). O período de detenção é obtido a partir da análise da contribuição diária (L) por pessoa dado em litros:

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

Contribuição diária (L)	Tempo de detenção	
	Dias	Horas
Até 1500	1,00	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	0,50	12

Fonte: NBR 7229 (1993)

A NBR 7229 (1993) preconiza ainda que a taxa de acumulação de lodo digerido (K) em dias, equivale ao tempo de acumulação de lodo fresco. Esse valor é uma função do intervalo entre limpezas da fossa e a temperatura do mês mais frio, conforme observa-se na Tabela 3. Tal taxa considera que o volume de lodo diminui pela ação da compactação e da digestão, correspondendo ao volume do lodo em digestão e do lodo já digerido.

TABELA 3 -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), em °C		
	t ≤ 10	10 ≤ t ≤ 20	t > 20
1	94	65	57
2	134	105	97
3	174	145	137
4	214	185	177
5	254	225	217

Fonte: NBR 7229 (1993)

O tanque séptico deverá ser projetado de modo que as suas dimensões atendam satisfatoriamente a vazão efluente e que permita manutenção fácil, econômica e segura.

O cálculo do volume (V) da fossa considera o volume correspondente ao período de detenção do afluente, e o volume correspondente à acumulação do lodo digerido, de acordo com a expressão 5, observada na NBR 7229 (1993):

$$V = 1000 + N (C \cdot T + K \cdot L_f) \quad (5)$$

Onde:

V = volume útil, em litros

N = número de pessoas ou unidades de contribuição

C = contribuição de despejos, em litro/pessoa x dia ou em litro/unidade x dia (ver Tabela 1)

T = período de detenção, em dias (ver Tabela 2)

K = taxa de acumulação de lodo digerido em dias (ver Tabela 3)

L<sub>f</sub> = contribuição de lodo fresco, em litro/unidade x dia (ver Tabela 1)

Considerando-se o volume útil da fossa séptica, deve-se determinar as dimensões da mesma. A NBR 7229 (1993) destaca no seu item 5.9 as medidas internas mínimas, das quais a largura interna deve ser pelo menos 0,80 m e a relação comprimento/largura (para tanques prismáticos retangulares) deve ficar entre 2:1 a 4:1.

A tabela 4 da NBR 7229 (1993), delimita as profundidades mínimas e máximas de acordo com a faixa de volume do tanque séptico:

TABELA 4 - Profundidade útil mínima e máxima, por faixa de volume útil

Volume útil (m <sup>3</sup> )	Profundidade útil mínima (m)	Profundidade útil máxima (m)
Até 6,0	1,20	2,20
De 6,0 a 10,0	1,50	2,50
Mais que 10,0	1,80	2,80

Fonte: NBR 7229 (1993)

Considerando-se o volume calculado, as profundidades mínima e máxima determinadas pela tabela 4, os limites impostos pelo item 5.9 da NBR 7229 (1993), deve-se determinar as dimensões do tanque séptico, sendo que:

$$V = C_p * L_g * H \quad (6)$$

Onde:

$V$  = volume útil, em  $m^3$

$C_p$  = comprimento do tanque, em m

$L_g$  = largura do tanque, em m

$H$  = profundidade adotada, de acordo com a tabela 4, em m

Levando em consideração a delimitação da relação entre comprimento e largura, será adotada a razão 2:1, sendo o comprimento duas vezes maior do que a largura, conforme a equação 7:

$$C_p = 2 * L_g \quad (7)$$

Substituindo na equação 5, teremos que:

$$V = (2 * L_g) * L_g * H, \quad (8)$$

$$V = 2 * L_g^2 * H, \quad (9)$$

$$\frac{V}{2 * H} = L_g^2, \quad (10)$$

Logo, considerando a decomposição da equação 8, nas equações 9 e 10, temos a equação 11 em função da largura do tanque séptico:

$$L_g = \sqrt{\frac{V}{2 * H}} \quad (11)$$

Após calcular a largura do tanque através da equação 11, deve-se verificar se o valor encontrado atende à largura mínima solicitada pela NBR 7229 (1993), que é



de 0,80 metros. Caso o valor calculado para a largura atenda aos requisitos, calcula-se o comprimento, de acordo com a razão adotada de 2:1.

Na situação em que o valor encontrado para a largura for inferior à 0,80 metros, será adotada a largura mínima, calculando-se o comprimento e a profundidade, sendo que a profundidade deverá atender aos parâmetros da tabela 4, e o comprimento deverá atender os limites estabelecidos pela norma para a razão entre comprimento e largura, que vão de 2:1 até 4:1.

No final, considerando-se as dimensões calculadas, verifica-se o volume do tanque séptico, o qual deverá ser igual ou superior ao volume primeiramente calculado, conforme observa-se na equação 12:

$$V_1 \geq V \quad (12)$$

Onde:

$V$  = volume útil calculado, em litros

$V_1$  = novo volume útil, em litros, considerando-se as dimensões calculadas

#### 2.4.2 Filtro Anaeróbio

Para NBR 13969 (ABNT, 1997) o Filtro Anaeróbio é um reator biológico com esgoto em fluxo ascendente, composto de uma câmara inferior vazia e uma câmara superior preenchida de meio filtrante submerso, onde é depurado por meio de microrganismos facultativos e anaeróbios, responsáveis pela estabilização da matéria orgânica e dispersos tanto no espaço vazio do reator quanto nas superfícies do meio filtrante.

O filtro anaeróbio necessita de uma reduzida área necessária para a sua construção; possui um custo de operação baixo e de simples manuseio. Entretanto, o efluente do filtro anaeróbio pode exalar odores e ter cor escura (ABNT, 1997).

A NBR 13969 (ABNT, 1997) revela ainda, que o filtro anaeróbio pode ser construído em concreto armado, plástico de alta resistência ou em fibra de vidro de alta resistência, de modo a não permitir a infiltração da água externa à zona reatora do filtro e vice-versa.

Quando instalado no local onde há trânsito de pessoas ou carros, o cálculo estrutural deve levar em consideração àquelas cargas. Conforme a concepção do sistema local de tratamento pode-se instalar desde um filtro anaeróbio para cada tanque séptico até um único filtro anaeróbio para um grupo de tanques sépticos (ABNT, 1997).

A NBR 13969 (ABNT, 1997), os despejos resultantes da limpeza do filtro anaeróbio em nenhuma hipótese devem ser lançados em cursos de água ou nas galerias de águas pluviais. Seu recebimento em Estações de Tratamento de Esgotos é sujeito à prévia aprovação e regulamentação por parte do órgão responsável pelo sistema sanitário local. No caso de o sistema já possuir um leito de secagem, o despejo resultante da limpeza do filtro anaeróbio deve ser lançado naquele.

Para dimensionamento do filtro anaeróbico, será utilizada a NBR 13969 (1997) – Tanques Sépticos – Unidades de Tratamento Complementar e Disposição Final de Efluentes Líquidos – Projeto, Construção e Operação.

O dimensionamento desta etapa de tratamento se inicia com o cálculo do volume útil ( $V_u$ ), em litros, que é obtido pela equação 13:

$$V_u = 1,6 * N * C * T \quad (13)$$

Onde:

$V_u$  = Volume útil do filtro anaeróbico, em litros

N = número de contribuintes

C = contribuição de despejos, (conforme a tabela 1)

T = tempo de detenção hidráulica, (conforme a tabela 2)

Conforme a NBR 13969 (1997) determina, que o volume útil deve ser de no mínimo 1000 litros. Caso o valor calculado seja inferior, adota-se o valor mínimo solicitado pela norma.

De posse do Volume útil, partimos para a determinação das dimensões em planta do filtro anaeróbio, conforme a equação 14:

$$C_p = \frac{V_u}{H * L_g} \quad (14)$$

Onde:

$V_u$  = Volume útil do filtro anaeróbico, em  $m^3$

$C_p$  = comprimento do filtro, em m

$L_g$  = largura do filtro, em m

H = profundidade do filtro, em m

A NBR 13969 (1997) estipula que a altura do leito filtrante, já incluindo a altura do fundo falso, deve ser limitada a 1,20 m; e que a altura do fundo falso deve ser limitada a 0,60 m, já incluindo a espessura da laje.

Assim sendo, considerando-se o volume calculado e os limites estabelecidos para a profundidade, calcula-se o comprimento e a largura do filtro, conforme a fórmula especificada.

A NBR 13969 (1997), estabelece ainda que o filtro aeróbico submerso deve possuir tampões de inspeção para permitir a inspeção visual, instalação e remoção dos dispositivos internos, assim como a limpeza periódica.

### 2.4.3 Sumidouro

Segundo a NBR 13969 o Sumidouro é a unidade de depuração e de disposição final do efluente de tanque séptico verticalizado em relação à vala de infiltração. Devido a esta característica, seu uso é favorável somente nas áreas onde o aquífero é profundo, onde possa garantir a distância mínima de 1,50 m (exceto areia) entre o seu fundo e o nível aquífero máximo (ABNT, 1997).

Pelo que esclarece Jordão e Pessoa (2011), essas unidades consistem de escavações, cilíndricas ou prismáticas, tendo as paredes protegidas por pedras, tijolos, madeira, etc. O material utilizado nas paredes não deve ser rejuntado, de modo a permitir fácil infiltração do líquido no terreno. As dimensões dos sumidouros serão determinadas em função das características de absorção do terreno, indicadas pelo coeficiente de infiltração, e calculadas de acordo com os testes de absorção do solo recomendados pela ABNT.

Os sumidouros são dimensionados de acordo com o tipo de solo no qual será instalado, indicadas pelo seu coeficiente de infiltração. Na falta desses testes, pode-se utilizar como valores para o coeficiente de infiltração os indicados na Tabela 5, de acordo com a provável constituição dos solos.

Tabela 5 - Possíveis faixas de variação de coeficiente de infiltração

Faixa	Constituição provável dos solos	Coef. Infiltração (l/m <sup>2</sup> .dia)
1	Rochas, argilas compactadas de cor branca, cinza ou preta, variando a rochas alteradas e argilas medianamente compactadas de cor avermelhada.	< 20
2	Argilas de cor amarela, vermelha ou marrom medianamente compacta, variando a argilas pouco siltosas e/ou arenosas.	20 a 40
3	Argilas arenosas e/ou siltosas, variando a areia argilosa ou silte argiloso de cor amarela, vermelha ou marrom.	40 a 60
4	Argila ou silte pouco argiloso, ou solo arenoso com húmus e turfas, variando a solos constituídos predominantemente de areias e siltes.	60 a 90
5	Areia bem selecionada e limpa, variando a areia grossa com cascalho.	> 90

Fonte: Jordão e Pessoa (2011)

A equação 15 será utilizada para cálculo da área de infiltração necessária:

$$A_{nec} = \frac{Q}{C_i} \quad (15)$$

Onde:

$A_{nec}$  = área total de infiltração necessária, em m<sup>2</sup>

$C_i$  = coeficiente de infiltração, em litros por m<sup>2</sup> x dia (tabela 5)

$Q$  = vazão afluente, em litros por dia (calculada anteriormente)

De acordo com Jordão e Pessoa (2011), praticamente pode-se como segurança não considerar a área do fundo, pois este logo se colmata. Não obstante, a NBR 13969 (1997) considera o fundo e as paredes como área de infiltração.

Para dimensionamento, não iremos considerar o fundo como área de infiltração. Em contrapartida, para não se projetar uma estrutura de grandes

proporções, será adotada a construção de dois sumidouros em paralelo. Assim temos que a área de cada um deles será conforme a equação 16:

$$A_S = \frac{A_{nec}}{2} \quad (16)$$

Onde:

$A_{nec}$  = área total de infiltração necessária, em  $m^2$

$A_S$  = área de infiltração de cada sumidouro,  $m^2$

Considerando-se a razão entre comprimento e largura do sumidouro em 2:1, temos a equação 17:

$$C_p = 2 * L_g \quad (17)$$

O cálculo da área de infiltração lateral, é determinado pela equação 18:

$$A_S = 2 * (C_p + L_g) * H \quad (18)$$

Substituindo a equação 17, na equação 18, temos:

$$A_S = 2 * [(2 * L_g) + L_g] * H \quad (19)$$

$$A_S = 6 * L_g * H \quad (20)$$

Onde:

$A_S$  = área de infiltração de cada sumidouro,  $m^2$

$C_p$  = comprimento do sumidouro, em metros

$L_g$  = largura do sumidouro, em metros

$H$  = profundidade útil do sumidouro, em metros

Por meio da equação 20, é possível determinar as dimensões do sumidouro, tendo em vista que a área de infiltração de cada sumidouro será previamente determinada pela equação 15.

A NBR 13969, ABNT (1997) não limita as dimensões do sumidouro, tendo em vista que o mais importante é que se mantenha a área total de infiltração necessária,

determinada em função da equação 14. Portanto, para determinação das dimensões em função da área do sumidouro, será estipulada primeiramente a profundidade do sumidouro, sendo essa profundidade proporcional às profundidades calculadas tanto para o tanque séptico quanto para o filtro anaeróbico.

Após estipular a profundidade (H), calcula-se posteriormente o comprimento do sumidouro ( $C_p$ ) e a largura ( $L_g$ ), com base nas equações 20 e 17.

Após a determinação das dimensões de cada sumidouro, deverá ser determinada a área de infiltração calculada ( $A_{cal}$ ) de acordo com a equação 21:

$$A_{cal} = 2 * [(2 * C_p) + (2 * L_g)] * H \quad (21)$$

Onde:

$A_{cal}$  = área total de infiltração calculada, em m<sup>2</sup>

$C_p$  = comprimento calculado para o sumidouro, em metros

$L_g$  = largura calculada para o sumidouro, em metros

H = profundidade útil do sumidouro, em metros

Posteriormente, deve-se verificar se a área de infiltração calculada ( $A_{cal}$ ) é maior ou igual à área mínima de infiltração necessária ( $A_{nec}$ ), de acordo com a inequação 22, sendo que o cálculo deverá ser revisado caso a inequação não seja atendida:

$$A_{cal} \geq A_{nec} \quad (22)$$

A cobertura dos sumidouros deverá ser de lajes de concreto armado, dotadas de abertura de inspeção, cuja menor dimensão será no mínimo de 60 cm, com tampão de fechamento hermético.

## 2.5 Padronização da ABNT

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) frequentemente apresenta novas normas para projetos, construção e operação de fossas sépticas e unidades complementares de tratamento, além de atualizarem as que já existem. É

possível lembrar as normas NBR 7229, revisão de setembro de 1993, que trata da Construção e Operação de Sistemas de Tanques Sépticos, e a NBR 13969, revisão de setembro de 1997, que trata das Unidades de Tratamento Complementar e Disposição Final dos Efluentes Líquidos. Estas duas Normas serão os principais orientadores utilizados neste capítulo.

## **2 METODOLOGIA E PROCEDIMENTOS TÉCNICOS DA PESQUISA**

### **3.1 Classificação da pesquisa quanto aos fins**

A pesquisa trata-se de uma pesquisa aplicada, classificada como quantitativa quanto à natureza dos dados e explicativa quanto ao nível de pesquisa.

De acordo com Thiollent (2009), a pesquisa aplicada se desenvolve de acordo com os problemas presentes nas atividades de organizações, grupos, instituições ou atores sociais. Empenha-se em identificar problemas e buscar soluções, de acordo com a demanda dos respectivos grupos.

Richardson (1999), caracteriza a pesquisa como quantitativa uma vez que essa demande de quantificação na coleta e no tratamento de informações, por meio de tabulação de dados estatísticas, assim como, ocorre no presente trabalho, onde foi realizada uma pesquisa de opinião pública que necessitou da verificação da quantidade de entrevistas a serem realizadas e da tabulação dos dados obtidos.

A pesquisa ainda se caracteriza como descritiva, que têm como finalidade principal a descrição das características de determinada população ou fenômeno, ou o estabelecimento de relações entre variáveis (GIL, 2008).

### **3.2 Classificação da pesquisa quanto aos meios**

O trabalho delineou-se como um estudo de caso, que segundo Gil (2008), fundamenta-se em um aprendizado intenso e acentuado de um ou mais objetos, permitindo desta forma, que se obtenha um amplo conhecimento a respeito do assunto abordado.

Será descrita em subtópicos abordando a caracterização da área de estudo, o mapeamento da área de estudo e o levantamento de dados da saúde ambiental do distrito.

#### **3.2.1 Caracterização da área de estudo**

Segundo o Teófilo Otoni (2008), o distrito de Topázio pertencente ao município de Teófilo Otoni. O município localiza-se no Nordeste do Estado de Minas Gerais, e está a aproximadamente 448 km da capital (Belo Horizonte). A cidade faz parte da Microrregião de Teófilo Otoni, Mesorregião do Vale do Mucuri e Região de Planejamento Jequitinhonha/Mucuri e possui 1.049 habitantes em sua população urbana subdivididos em 321 residências, sendo que nenhuma delas possuiu o tratamento adequado do esgoto, segundo o PMSB (2014).

A Figura 1 mostra os municípios mineiros com os quais Teófilo Otoni faz divisa: Novo Oriente de Minas, Pavão, Carlos Chagas, Ataléia, Frei Gaspar, Itambacuri, Poté, Ladainha, Itaipé, Catuji e Ouro Verde de Minas.

Figura 1- Municípios limítrofes à Teófilo Otoni.





Fonte- Acervo da própria pesquisa (2018)

De acordo com o Teófilo Otoni (2008), o distrito de Topázio surgiu por volta do ano de 1910 com a chegada de Orestes de Castro Rocha e sua esposa; os quais deram início a um pequeno comércio de americano (uma espécie de tecido mole).

O distrito tinha o nome de Bom Jardim até o ano de 1938, quando, através do decreto de lei estadual nº 148 de dezembro desse mesmo ano passou a se chamar de Jardinópolis. Porém, em 1943 a população se reuniu mudando o nome do distrito, passando assim a ser chamado de Topázio. Escolha essa, feita pelo fato do distrito obter minério onde se extraiu uma pedra topázio relativamente grande (TEÓFILO OTONI, 2008).

Topázio possui um clima tropical, segundo Clima-date (2014) e caracteriza-se por apresentar um clima quente, com temperaturas médias superiores à 18° C com duas estações no ano: chuvosa e seca. Apresenta temperatura média anual de 23,3° C possui uma diversidade climática com verões regulares e outonos com ventos frios nos meses de junho a agosto, com índice total pluviométrico médio anual de 1033 milímetros. O período chuvoso se concentra no período de Outubro a Janeiro, sendo junho, com 20 mm o mês mais seco segundo o Clima-date (2014).

### 3.2.2 Mapeamento

O estudo realizado foi utilizado o software de informações geográficas ArcGIS, versão 10.0 produzido pelo ESRI. A separação dos agrupamentos foi realizada utilizando uma camada do tipo polígono sobre o mapa de base oferecido pelo próprio sistema ArcGIS. A contagem das residências foi feita diretamente pelo grupo sobre o mapa base, aliado a análise da imagem disponibilizada pelo Google

Earth, datada em 2018. O projeto é um UTM, datum SIRGAS 2000 245, onde seriam mostra os possíveis locais de construção dos sistemas de tratamento, tendo em vista que se trata de uma situação hipotética, uma vez que, para que sejam instalados, é necessária uma grande área e a colaboração dos moradores em ceder partes do seu terreno para alocação dos mesmos é indispensável e pode acontecer de precisar de desapropriação.

O sistema foi organizado de modo a atender a cada 15 residências, entretanto, devido à baixa densidade demográfica, alguns sistemas podem chegar a contemplar um número menor de residências.

### 3.2.3 Procedimentos de coleta de dados de saúde ambiental

Tendo como método de seleção e análise dos impactos sociais e fisiológicos da população, utilizou-se como ferramenta exclusiva um estudo amostral dos habitantes de Topázio, possuindo como método de escolha dos entrevistados uma abordagem realizada por entrevistas feitas nas residências do distrito, no fim de semana, compreendido entre os dias 02 e 03 de novembro de 2018, com escolha aleatória das residências e das ruas, com intuito de diminuir o número de rejeição e manter a confiabilidade na pesquisa.

A fórmula abaixo foi utilizada como ferramenta para o cálculo de amostragem de uma população finita, descrita do seguinte modo:  $n$  refere-se ao número da amostragem,  $N$  é o valor total da população, equivalente a 321 residências,  $p$  representa a probabilidade de o evento ocorrer, neste estudo utilizou-se 0,5 uma vez que, não se sabe o grau de heterogeneidade da população,  $e^2$  representa o erro amostral que é de 0.0025, por fim,  $Z^2$  é a variável amostral associada ao nível de confiança registrada como 3,8416 obtida pela distribuição de Gauss. (LEVINE, 2000).

$$n = \frac{N \cdot Z^2 \cdot p(1 - p)}{Z^2 \cdot p(1 - p) + e^2 \cdot (N - 1)} \quad (23)$$

Neste trabalho não houve restrição para selecionar os entrevistados, os mesmos responderam um questionário composto por nove perguntas (Apêndice A), relacionadas às condições estruturais do saneamento básico na comunidade, assim

como, suas influências no dia a dia. Tendo ainda este método a intenção de verificar possíveis melhorias para o distrito.

### 3.2.4 Dimensionamento

#### 3.2.4.1 Dimensionamento do tanque séptico

Para determinar o número de residências e habitantes, utilizou-se a equação:

$$(\bar{x}) = \frac{\text{população}}{\text{Nº de residências}} \quad (2)$$

Para determinar a quantidade total de contribuintes para cada sistema, a ser determinado utilizou-se a equação:

$$N = N_{ra} * \bar{x} \quad (3)$$

Para determinar a quantidade de esgoto a ser produzida diariamente (Q), utilizou-se a equação:

$$Q = N * C \quad (4)$$

Para determinar o volume da fossa considera o volume correspondente ao período de detenção do afluente, utilizou-se assim a equação:

$$V = 1000 + N (C * T + K * L_f) \quad (5)$$

Para determinar as dimensões do tanque séptico, utilizou-se a equação:

$$V = C_p * L_g * H \quad (6)$$

Para determinar a profundidade do tanque séptico, utilizou-se a equação:

$$C_p = 2 * L_g \quad (7)$$

Para calcular a largura do tanque séptico, utilizou-se a equação:

$$L_g = \sqrt{\frac{V}{2 * H}} \quad (11)$$

### 3.2.4.2 Dimensionamento do filtro anaeróbico

Para dimensionar o volume do filtro anaeróbico, utilizou-se a equação:

$$V_u = 1,6 * N * C * T \quad (13)$$

Para dimensionar o filtro anaeróbico, utilizou-se a equação:

$$C_p = \frac{V_u}{H * L_g} \quad (14)$$

### 3.2.4.3 Dimensionamento do sumidouro

Para calcular a infiltração necessária, utilizou-se a equação:

$$A_{nec} = \frac{Q}{C_i} \quad (15)$$

Para calcular a área de cada um deles, utilizou-se a equação:

$$A_S = \frac{A_{nec}}{2} \quad (16)$$

Para calcular a área de infiltração lateral, utilizou-se a equação:

$$A_S = 2 * (C_p + L_g) * H \quad (18)$$

Após a determinação das dimensões de cada sumidouro, determinamos a área de infiltração calculada ( $A_{cal}$ ) utilizou-se a equação:

$$A_{cal} = 2 * [(2 * C_p) + (2 * L_g)] * H \quad (21)$$

### 3.3 Tratamento de dados

Para melhor visualização da área do distrito contemplada com os sistemas de tratamento de esgoto, elaborou-se um mapa utilizando o software ArcGis 10.0, que possibilita o mapeamento e análise de dados de localização.

A partir dos dados obtidos por meio do questionário aplicado, realizou-se uma análise criteriosa dos mesmos, buscando-se eliminar possíveis erros e ambiguidades, que pudessem vir a afetar negativamente os resultados.

Posteriormente, os dados foram dispostos em tabela, de acordo com a categoria na qual cada pergunta se enquadrasse, por meio do uso do software Excel, em uma ferramenta amplamente utilizada para a confecção e edição de planilhas eletrônicas.

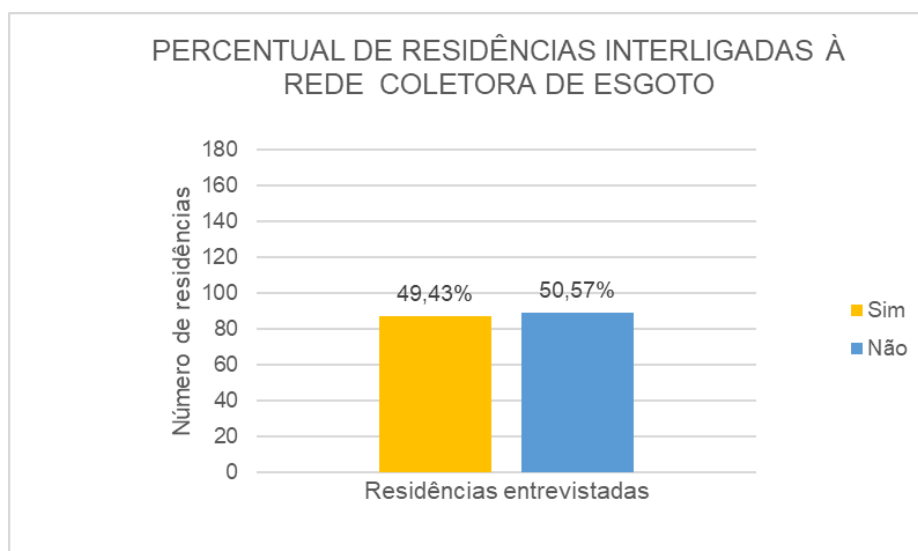
## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Análise da percepção dos moradores a respeito da importância do tratamento de esgoto

Com base na pesquisa qualitativa de opinião aplicada em 176 residências do distrito de Topázio - MG, contendo acima de 6 cômodos em média e a maioria habitada por 4 pessoas, onde 95,45% utiliza água proveniente de concessionária é possível observar através do Gráfico 1, que a maior parte da população 50,57% não possui rede coletora de esgoto, confirmando a pesquisa do IBGE (2008), sendo

esta, uma das principais fontes de adoecimento da população local, podendo afirmar que a falta das ETE's ainda é um problema que assola diversas cidades.

**GRÁFICO 1 – Ligação com a Rede Coletora**

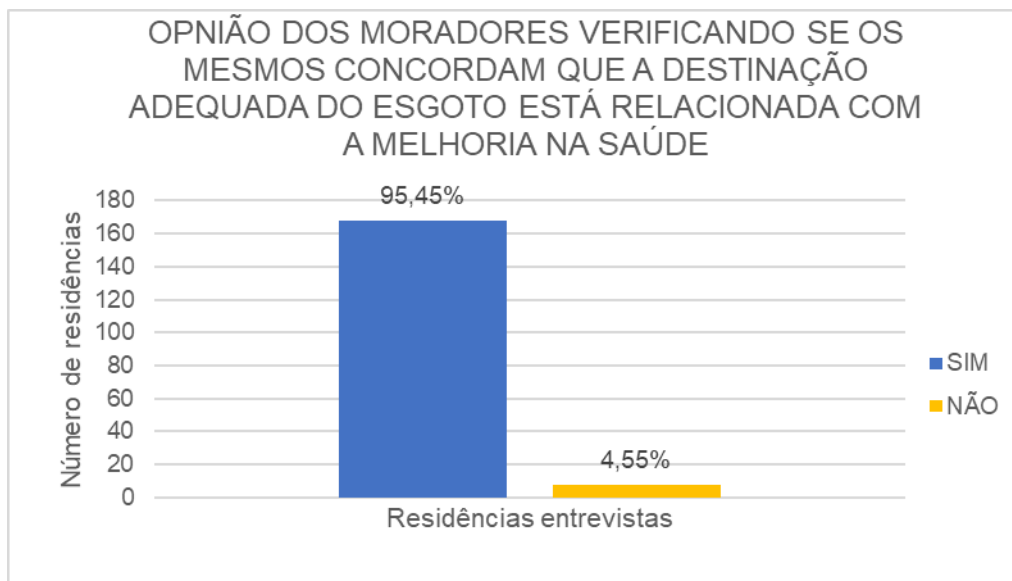


Mesmo com a lei de saneamento básico decretada pelo governo, salientando a promoção da saúde pública e bem estar citado por Brasil (2007), e o fato inegável que é obrigação de todas as prefeituras elaborar seu Plano Municipal de Saneamento Básico, é notório a falta de cumprimento desta, uma vez que, uma parte significativa da população não goza de tais benefícios.

Além de ser possível a verificação de que o sistema de coleta e tratamento do esgoto, sendo este parte da infraestrutura do saneamento básico, funciona como uma ferramenta de promoção da saúde, diminuindo os malefícios que o crescimento populacional desenfreado e sem planejamento, gera nas cidades e seus arredores. Tendo em vista, que ao longo dos anos, todo o avanço nessa área foi relevante principalmente para a população rural, urbana e comunidades de pequeno porte como é apresentado por Leal (2008).

De acordo com o Gráfico 2, é possível afirmar através da opinião da população, assim como mostra Cavis (2008), que o sistema de esgotamento sanitário é considerado uma importante medida mitigadora pra evitar doenças comuns causadas por parasitas encontrados em esgotos.

**GRÁFICO 2 – Relação entre a Destinação Adequado do Esgoto e a Saúde dos Moradores**



Fonte: Dados da própria pesquisa (2018)

Desse modo, quando se observa o Gráfico 2, verifica-se que grande parte da população, 95,45% têm consciência que, uma vez o esgoto sendo tratado da maneira correta, poderá diminuir significativamente a ocorrência de doenças pela falta de destino desse esgoto. Essa consciência e desejo da população faz com que a implantação do objetivo proposto pelo trabalho seja ainda mais necessária.

Para Guimarães, Carvalho e Silva (2007) essa capacidade de averiguar dados que possam prevenir ou impedir que a população urbana ou até mesmo rural, tenham doenças relacionadas à falta de uma coleta e tratamento adequado do esgoto, é primordial, tendo em vista, que a salubridade ambiental é favorável ao gozo da saúde e bem estar de uma população.

O Gráfico 2 também confirma a percepção de Camera (2003), que ao se analisar o avanço em pesquisas científicas aliadas à conscientização da população em relação a salubridade ambiental, fez com que nos últimos anos o ambiente em que o indivíduo está inserido, ganhasse destaque como um dos elementos decisivos e de fundamental importância no processo de saúde/doença do ser humano.

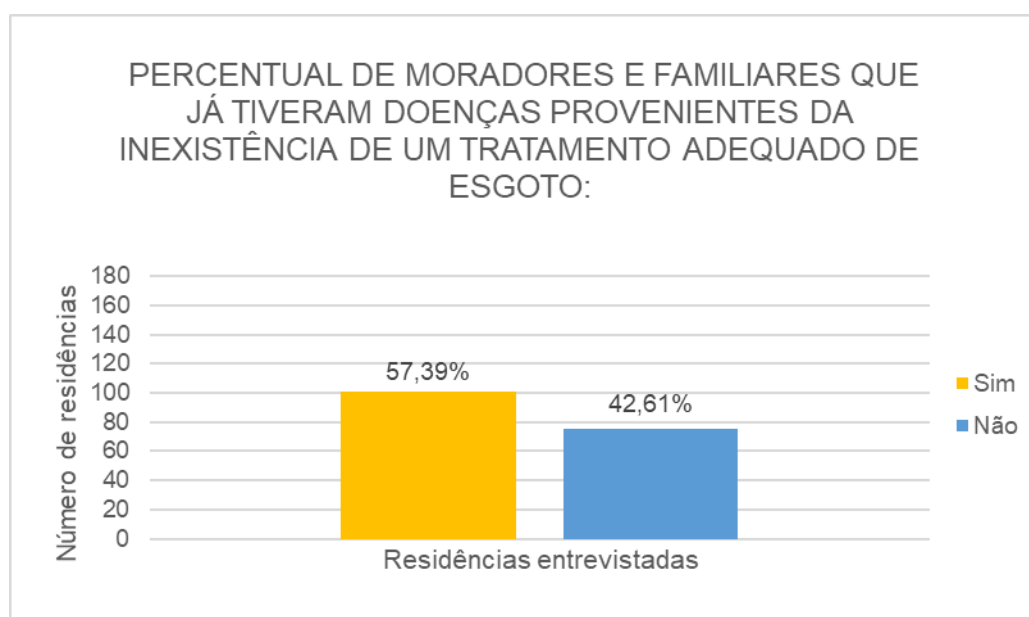
O Gráfico 3 demonstra que 57,39% da população da amostra, já ficou ou já teve alguém da família doente devido a falta do tratamento de esgoto. A falta de saneamento básico pode gerar diversos problemas de saúde, ou seja, trata-se de um problema que direta ou indiretamente acomete a vida das pessoas.

Reforçando a afirmação de Nuvolari (2003), que destaca que se houvesse um maior investimento nas condições de saneamento no Brasil, adequando seus meios

para tal finalidade, ocorreria uma melhora significativa no quadro de saúde de toda a população, além de gerar uma economia tão considerável que haveria uma diminuição com investimentos de infraestrutura hospitalar e com a compra de medicamentos.

Por intermédio do Gráfico 3 observa-se ainda, assim como Silva (2005), a existência de uma desordem na saúde pública derivada da propagação de doenças veiculadas por meio de corpos hídricos e/ou relacionadas à falta de infraestrutura desencadeada pelo crescimento populacional acelerado. Podendo ter como ferramenta de controle, um saneamento básico de qualidade que atenda toda a sua população.

**GRÁFICO 3 – Tratamento Inadequado do Esgoto vs Saúde dos Moradores**



Fonte: Dados da própria pesquisa (2018)

Orega e Philippi (2004), em seu trabalho relatam que a ineficiência do saneamento básico está entre as maiores causas do quadro caótico da saúde no país, verificando ainda, que dentre as partes que constituem o saneamento básico a que está totalmente relacionada a reversão deste quadro é a coleta e o tratamento de esgoto sanitário.

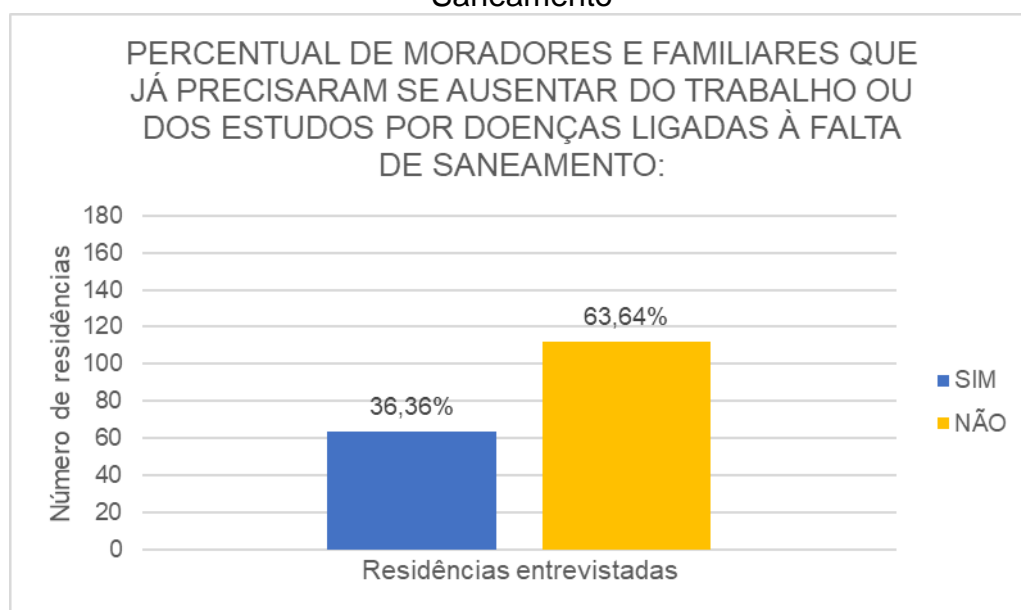
Desse modo, ao analisar o trabalho dos autores supracitados confirma-se a importância do levantamento de dados em relação ao destino do esgoto nas



residências na pesquisa de opinião pública, uma vez que, como se observou a destinação adequada do esgoto sanitário tem papel fundamental na redução de doenças e na melhoria da qualidade de vida da população.

Como pode ser visto no Gráfico 4 em 63,64% das residências, devido a essas doenças adquiridas precisaram se afastar de suas atividades profissionais, validando o resultado da pesquisa EX ANT, realizada em 2014, onde mostra uma porcentagem significativa de pessoas que já ficaram doentes em consequência ao problema apresentado, afetando não apenas as atividades e a vida do trabalhador doente, mas também a empresa que fica com suas atividades embargadas.

**GRÁFICO 4 – Ausência no Trabalho ou Escolas por Doenças Ligadas ao Saneamento**



Fonte: Dados da própria pesquisa (2018)

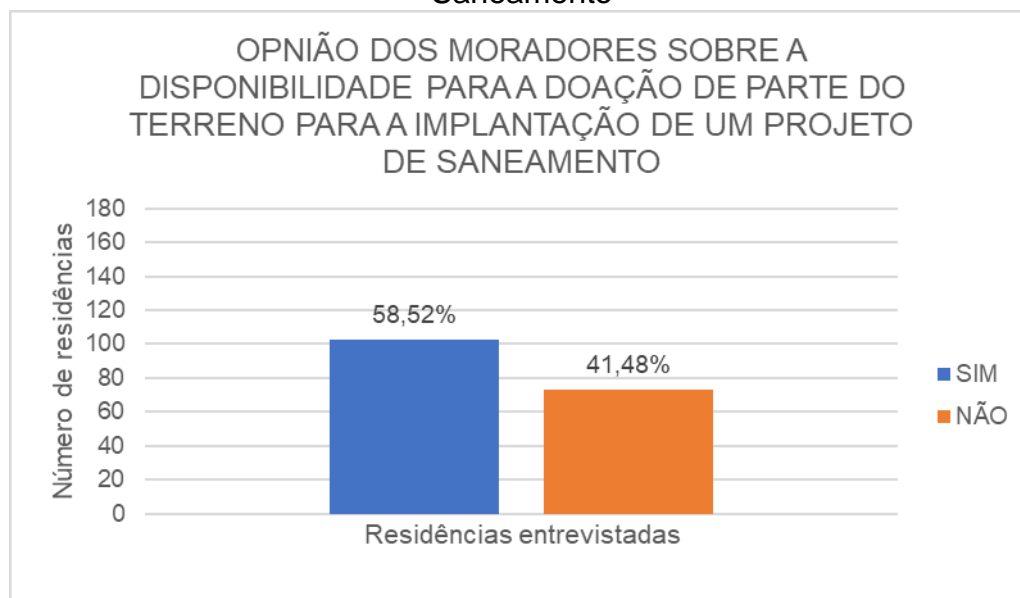
O conjunto de fatores que reúnem o saneamento trazem uma melhoria para a vida da população, junto ao controle e prevenção de doenças, com o combate de muitos vetores. Rocha et al., (2004) aborda que a diarreia está entre as doenças mais comuns derivadas da falta de saneamento, sendo a principal causadora da mortalidade infantil nos países em desenvolvimento. Verificando que com a disposição correta dos sistemas de tratamento sanitário é possível a redução nos índices de mortalidade infantil.

Miguel et al., (2004) assegura que além da diarreia, a disposição correta dos sistemas de esgotamento pode reduzir infecções intestinais, febre fífoide, paratifoide, disenterias, cólera, verminoses e esquistossomos. Confirmando que com a melhora

no sistema de saneamento, a saúde da população também terá sua melhora, mesmo sem a possibilidade de medir seus impactos diretamente e indiretamente.

O Gráfico 5 expõe que 58,92% das residências entrevistadas disponibilizariam uma parte do seu terreno para a implantação de um projeto de saneamento e tratamento do esgoto. Esse ponto mostra que a situação do distrito é favorável e necessita de um projeto que solucione esse problema pelo ponto de vista da própria população, que enxerga o problema como tal. Tornando o dimensionamento de tratamento de esgoto, objetivo inicial da pesquisa, viável para a situação vigente na cidade.

**GRÁFICO 5 – Disponibilidade do Terreno para a Implantação de um Projeto de Saneamento**



Fonte: Dados da própria pesquisa (2018)

Gusmão (2010), aborda que as delimitações da área geográfica a ser direta e/ou indiretamente afetada pelos impactos, denominada área de influência do projeto, faz-se necessário. Haja vista, que a área de influência deverá conter as áreas de incidência dos impactos, englobando os contornos distintos para as múltiplas variáveis enfocadas.

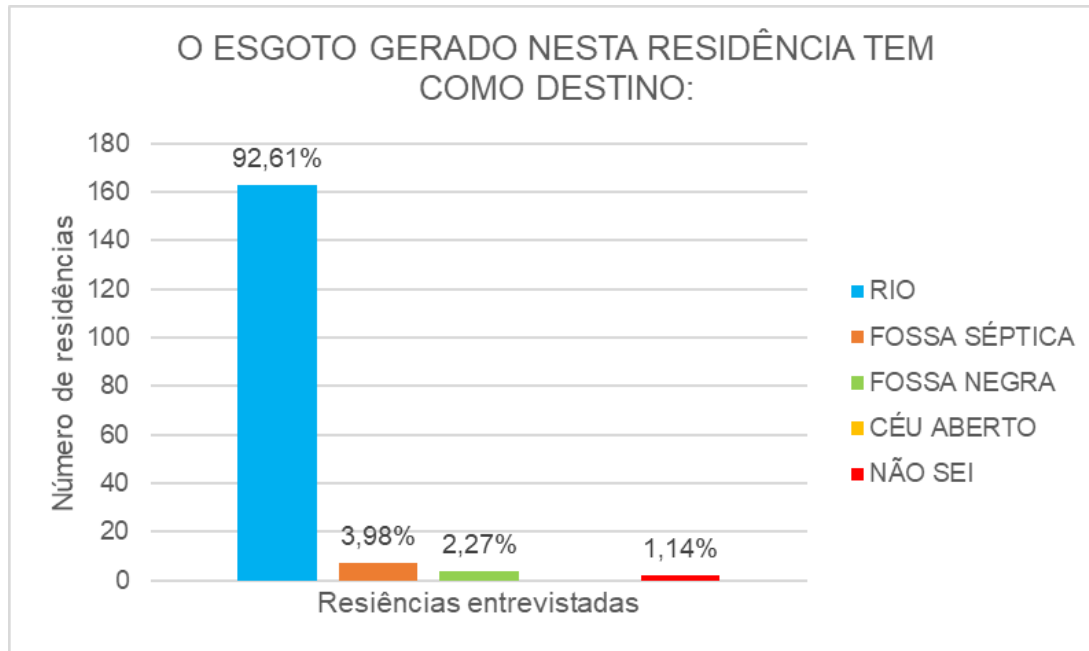
Para Nuvolari (2012), além da disponibilidade de uma área para a passagem do sistema de esgotamento sanitário deve-se realizar uma análise topográfica com o levantamento planialtimétrico em escala adequada, do mesmo modo, que se deve verificar a presença ou propensão à erosão do solo e assoreamento.

Paiva (2008), demonstra que para a implementação de um sistema de esgotamento sanitário o subsolo da possível área a ser atingida pelo projeto também deve ser analisado, uma vez que, o estudo geotécnico do solos e das rochas presentes é necessário, incluindo a verificação da existência de um lençol freático, assim como, o seu nível, além da permeabilidade das rochas presentes e suas texturas.

Os dados apresentados no Gráfico 6 constam que 92,61% das residências participantes da entrevista, têm o seu esgoto ejetado em rios, o que torna ainda mais agravante a falta de saneamento, visto que esse descarte compromete a qualidade da água, tornando-se um problema ambiental, veiculando ainda mais a contaminação e afetando diretamente os indivíduos que entram em contato com essa água.

Dentre os parâmetros observados para o consumo e utilização da água, conforme Jordão e Pessoa (2011), tem-se características de natureza física, química ou biológica. Partindo dos parâmetros estéticos, a cor da água é um fator determinante para a utilização da mesma, ela deve ser translúcida e as águas acometidas por esgoto geralmente, apresentam sempre cor e turbidez.

#### **GRÁFICO 6-** Destino do Esgoto das Residências



Fonte: Dados da própria pesquisa (2018)

Morais e Jordão (2002) ressaltam sobre a temperatura dessa água, sendo este, um parâmetro físico de suma importância, já que afeta diretamente a saturação de oxigênio dissolvido (O.D). O pH, a acidez e a alcalinidade, são parâmetros que possuem um efeito direto sobre o metabolismo e os processos fisiológicos de peixes e organismos aquáticos, para o ser humano, a variação de pH torna o surgimento de doenças mais suscetível. Além da presença de substâncias como cloretos, sulfatos e sulfetos, nitrogênio e fósforo e sólidos.

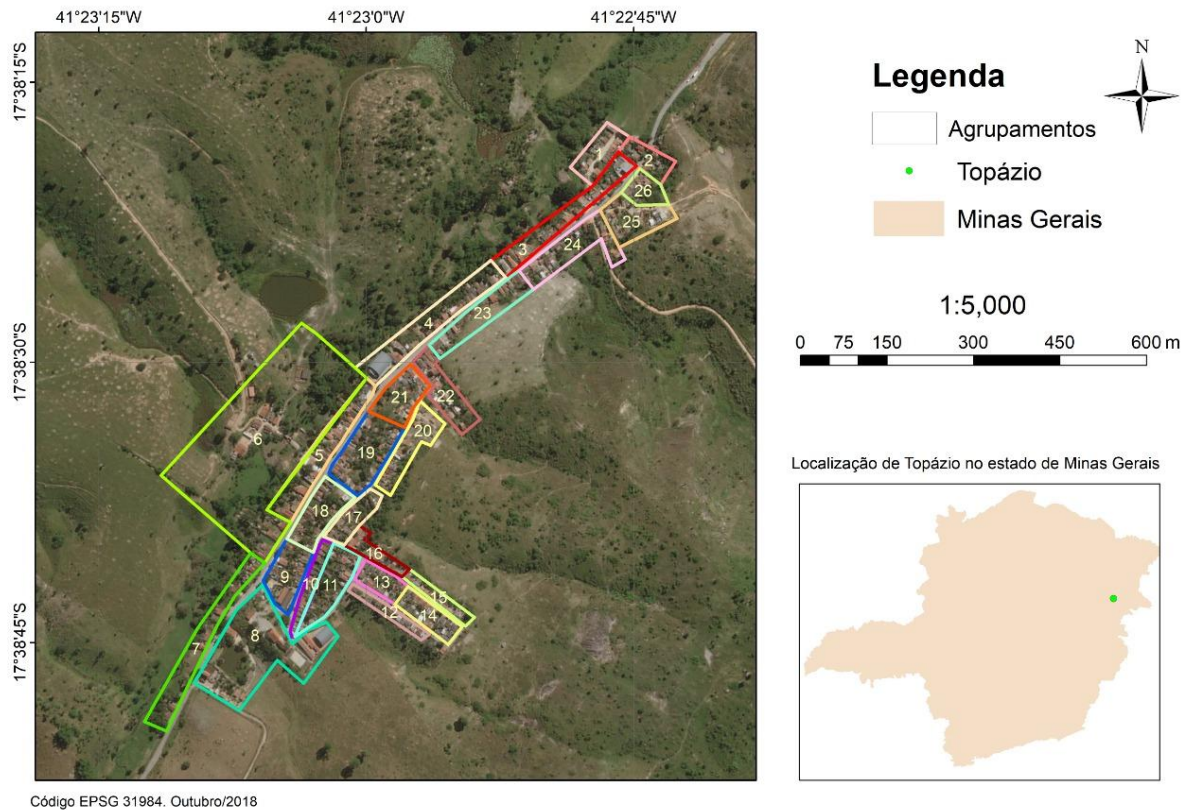
Águas nessa situação, não podem ser consumidas pelos humanos ou utilizada para irrigação de vegetais para consumo. Partindo desse pressuposto, lançar rejeitos em rios reduz a água potável disponível na cidade, à medida que a população cresce a demanda por maior quantidade de água para o consumo também, porém com a falta de saneamento e a poluição dos corpos hídricos, essa água se torna cada vez mais escassa.

Para Santos (2013), é necessário que haja um bom planejamento para garantir a universalização do sistema de esgotamento sanitário em todas as residências, assegurando que as famílias não tenham, por exemplo, contato direto com seus dejetos. Assim como, a eliminação de focos de contaminação, poluição e vetores de doenças gerados pelo descarte a céu aberto do esgoto sanitário.

## 4.2 Mapeamento

O mapeamento foi uma proposta para a alocação hipotética dos sistemas.

Figura 2 – Localização hipotética dos sistemas de tratamento.



Fonte: Acervo da própria pesquisa (2018)

## 4.3 Dimensionamento

### 4.3.1 Dimensionamento do tanque séptico

Para cada conjunto de 15 residências foi considerado um sistema (caixa de gordura, tanque séptico, filtro anaeróbico e sumidouro) com dados preliminares de população urbana (1.049 habitantes) e número de residências (321). Assim segue os cálculos de dimensionamento:

A partir da equação 2, podemos calcular a média de habitantes por residência:

$$(\bar{X}) = \frac{1.049}{321} = 3,27 \quad \text{habitantes/residência}$$

(2)

Obtendo essa informação é possível calcular a unidade de contribuição (N), baseado na equação 3, que se trata da quantidade total de contribuintes para cada sistema segundo a NBR 7229 (1993), como pode ser observado na equação a seguir:

$$N = 15 * 3,27 \cong 50 \text{ habitantes} \quad (3)$$

Logo após com auxílio da equação 4 e da tabela 1, pode-se determinar a quantidade de esgoto a ser produzida diariamente (Q).

$$Q = 50 * 100 = 5.000 \text{ Litros/dia ou } 5 \text{ m}^3/\text{dia} \quad (4)$$

De acordo com a NBR 7229 (1993), o Período de Detenção (T) é 0,75 dias (ou 18 horas), consoante com a Tabela 2. E a taxa de acumulação total do lodo(K) é 65 dias segundo a Tabela 3. A contribuição de logo fresco, em conformidade com a Tabela 1 é 1 litro/unidade X dia.

$$V = 1000 + 50 ((100 \times 0,75) + ((65 \times 1))) = 8000 \text{ litros ou } 8 \text{ m}^3 \quad (5)$$

De posse dessa informação, pode-se determinar as dimensões do tanque. Acordado com a Tabela 4, que delimita as profundidades mínimas e máximas do mesmo. Adotando a razão de 2:1 em relação ao comprimento/largura, e substituindo na equação 6, teremos o algebrismo descrito nas equações 7, 8, 9 e 10 que pode ser acompanhado a seguir:

$$V = C_p * L_g * H \quad (6)$$

$$C_p = 2 * L_g \quad (7)$$

$$V = (2 * L_g) * L_g * H, \quad (8)$$

$$V = 2 * L_g^2 * H, \quad (9)$$

$$\frac{V}{2*H} = L_g^2, \quad (10)$$

$$L_g = \sqrt{\frac{8}{2*1,50}} \cong 1,65 \text{ m} \quad (11)$$

Assim, conclui-se que os cálculos das dimensões do tanque séptico, adotando os seguintes valores:

Altura= 1,50 metros

Largura= 1,65 metros

Comprimento= 3,30 metros

Desta maneira, o novo valor para o volume da fossa com as dimensões adotadas acima é de aproximadamente 8,17m<sup>3</sup>.

#### 4.3.2 Dimensionamento do filtro anaeróbico

O filtro anaeróbico por se tratar de uma unidade de tratamento complementar, possui NBR própria a 13969 (1997), que auxiliará no dimensionamento dessa etapa do tratamento, que se inicia com o cálculo do volume útil (Vu):

$$V_u = 1,6 * 50 * 100 * 0,75 = 6,000 \text{ litros ou } 6 \text{ m}^3 \quad (13)$$

Conhecido o volume útil, pode-se calcular as dimensões do filtro, onde arbitramos a profundidade de 1,80 m e a largura de 1,50 m.

$$C_p = \frac{6}{1,80*1,50} = 2,25 \text{ m} \quad (14)$$

Desta forma, pode-se concluir os cálculos das dimensões do filtro anaeróbio, adotando os seguintes valores:

Altura= 1,80 metros

Largura= 1,50 metros

Comprimento= 2,25 metros

#### 4.3.3 Dimensionamento do sumidouro

O sumidouro é a destinação final do sistema proposto, sendo normatizado pela NBR 13969 (1997). Para o seu dimensionamento utilizou-se da tabela 5 e a equação 15.

$$A_{nec} = \frac{5000}{90} = 55,56m^2 \quad (15)$$

Como dito anteriormente o mesmo, para não projetar uma estrutura de grandes dimensões, será adotada a construção de dois sumidouros em paralelo. Logo a nova área necessária é de 27,77 m<sup>2</sup>. Arbitrando a profundidade útil em 3m e adotando a relação de 2:1, baseado no algebrismo das equações 17 a 20; tem-se:

$$C_p = 2 * L_g \quad (17)$$

$$A_s = 2 * (C_p + L_g) * H \quad (18)$$

$$A_s = 2 * [(2 * L_g) + L_g] * H \quad (19)$$

$$L_g = \frac{27,77}{18} = 1,55 m \quad (20)$$

Desta maneira, alicerçado com a relação que adotou-se, tem-se que o comprimento é duas vezes maior que a largura, logo o comprimento é 3,10 m. Assim, considera-se as seguintes dimensões para cada sumidouro:



Altura = 3,00 m

Largura = 1,55 m

Comprimento = 3,10 m

A imagem que ilustra o sistema de tratamento se encontra no apêndice A.

Diante do dimensionamento supracitado o sistema proposto (ver apêndice B) é imprescindível analisar as inferências que o mesmo acarretará para o distrito no decorrer de sua construção. Foi estabelecida a construção de vinte e dois sistemas, e cada sistema atenderá quinze residências; deve-se atentar para as suas dimensões. O terreno necessário para alocar o sistema composto por tanque séptico (A = 1,50m X L = 1,65 m X C= 3,30 m), filtro anaeróbico (A = 1,80 m X L = 1,50 m C = 2,25 m) e sumidouro (A = 3,00 m X L = 1,55 m X C = 3,10 m) tem um comprimento aproximado de 11 metros, e uma largura máxima de 4,5 metros, que é um tamanho viável do ponto de vista técnico e construtivo. Como não tem-se nenhuma grande profundidade, o volume de terra a ser revolvido em cada sistema é pequeno, o que facilita a sua instalação sem muitos transtornos para a comunidade, ademais de rápida execução.

Uma outra questão relevante, é a eficácia do sistema proposto, uma vez que aplicando tecnologias anaeróbicas que possuem um boa relação custo-benefício entre qualidade do efluente e peculiaridades como: não utilização energia elétrica, baixa produção de lodo e reduzidos custos de implantação, operação e manutenção. Autores como Vargas et al.(2000), Barbosa (2006) e De Ávila (2005), operando tais sistemas encontraram eficiências de remoção de DBO e DQO da ordem de 68 % - 80 % e 73 a 87 % respectivamente. Fato que por si só, revitalizaria o córrego Jacaré, que sofre com os despejos diretos de todo distrito. Além de colocar o distrito em conformidade com Resolução nº 430, do CONAMA, de 13 de maio de 2011, que dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes.

Segundo Campos (1999) retrata no projeto Prosab (1999), cada indivíduo contribui diariamente com cerca de 50 a 60 gramas de  $DBO_{20^{\circ}C\ 5d}$  por dia, em outras palavras, cada pessoa tem o potencial de degradar as águas por meio do consumo de 50 a 60 gramas de oxigênio presente nas águas do corpo receptor. Em virtude da avaliação de parâmetros como o DBO, é importante o tratamento das águas residuárias antes do seu lançamento em corpos hídricos.

Jordão e Pessoa (2011), destacam em sua obra, que dentre os métodos mais economicamente viáveis e eficientes para a disposição final de um efluente encontra-se o sumidouro, seguido por vala de infiltração no solo, lançamento em corpo d'água e filtro de areia.

Estudos realizados por Cynamon (1986), contemplando um sistema não convencional de tratamento de esgoto composto por dois tanques sépticos e leito de secagem, atendendo a 6.000 habitantes em Brotas, no Ceará, apresentaram bons resultados após dois anos de sua implantação na localidade. A disposição final neste caso, é realizada com uso de filtro anaeróbio e infiltração na areia do efluente final. Ainda segundo o autor, vale ressaltar que, o sistema se caracteriza pela simplicidade e por ser economicamente viável para áreas e regiões carentes.

Desde a década de 80, os estudos utilizando tanque séptico e filtro anaeróbio em associação, tem sido difundidos no Brasil em virtude da popularização da NBR 7729 (1982), sendo que São Paulo e Minas Gerais apresentam maior expressividade no uso e implantação destes sistemas pela eficiência apresentada por estes (ANDRADE NETO,1997).

Enquanto a parte construtiva, deve-se dar atenção especial a impermeabilização das paredes e dos fundos, tanto da fossa, quanto do filtro. Esta, deve avançar sempre com demãos cruzadas, seguido de um teste com água para verificar se há vazamentos. Há necessidade de tapar (deixando uma abertura para manutenção) os sumidouros, pois os mesmos terão uma profundidade considerável (3,0 m); afim de evitar qualquer tipo de acidente. A alocação foi feita no item 3.3 apesar de não ser um projeto definitivo, o distrito de Topázio, tem uma área territorial pouco densa, donde, a pesquisa qualitativa de opinião aplicada, corrobora afirmando que 58,52% da população estaria disposta a doar parte do seu terreno para construção de algum projeto de saneamento. Fato que removeria um grande obstáculo para sua concepção.

Esta obra considerada simples de tratamento de esgoto tem relevante valor de ordem social, a comunidade, renderá uma grande melhoria na qualidade de vida desta população, trazendo bem-estar e prevenindo doenças, que segundo a Organização Mundial da Saúde (2007), são responsáveis pela internação de 85% dos pacientes em hospitais. As Organizações das Nações Unidas (ONU) corroboram fornecendo um dado ainda mais alarmante, para cada unidade monetária investida em saneamento são economizadas 4,3 unidades monetárias em saúde. Logo vê-se

a que a solução de problemas crônicos como a saúde pública, podem ser amenizados com medidas pouco arrojadas e com baixo custo.

Por ser tratar de um distrito de uma cidade do interior de Minas Gerais, a instalação deste sistema justifica-se como alternativa a falta de saneamento, uma vez que, a construção de uma estação de tratamento de esgoto ou mesmo a conexão com a existente é demasiadamente custosa para o município, e como o esgoto produzido neste distrito é de simples tratamento vale empenhar-se nesta solução alternativa, que é viável do ponto de vista econômico e técnico.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nos dados levantados no presente estudo, foi possível verificar que no distrito de Topázio, assim como, nos mais diversos distritos e cidades do país, o sistema de esgotamento sanitário se encontra em uma situação crítica. Dessa maneira, se torna viável do ponto de vista social e ambiental a implementação do sistema abordado neste trabalho, uma vez que, com a destinação adequada do esgoto a população local terá uma melhora na qualidade de sua saúde, além do baixo custo de implementação do tipo de sistema proposto.

Haja vista, que a pesquisa de opinião pública fortaleceu a viabilidade social e ambiental do estudo em questão, pois demonstrou que a população sofre com a falta do sistema saneamento e que ela possui um conhecimento prévio da importância e dos benefícios de um sistema de tal magnitude em suas vidas. A viabilidade do ponto de vista ambiental é verificada pela destinação adequada do esgoto e a conseqüente revitalização rio, proporcionando atividades que antes eram realizadas pela população local, como pesca e recreação nas águas do rio.

Certificou-se, que por intermédio do dimensionamento adequado do sistema de esgotamento sanitário com o uso de tecnologias anaeróbias, o sistema não irá gerar consumo de energia elétrica, assim como, pouco lodo em sua produção e terá em uma redução considerada, dos custos de implementação, operação e manutenção. Sendo notório observar que este tipo de sistema é de fácil implementação, já que o esgoto gerado pelo distrito é de simples tratamento.

Desse modo, propõe-se o estudo de uma área para implantação do sistema assim como a viabilidade econômica para a implementação do mesmo, levando em consideração de que o esgotamento sanitário, assim como, sugere-se desenvolvimento de uma política municipal de saneamento em paralelo com a implantação, garantindo que o sistema seja implementado como este trabalho

sugere, além de preservar que a manutenção desse sistema será de responsabilidade do executivo municipal.

## REFERÊNCIAS

ANDRADE NETO, C. O. de, 1997, *Sistemas Simples para Tratamento de Esgotos Sanitários – Experiências Brasileiras*, Rio de Janeiro, ABES.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 7229: projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos*. Rio de Janeiro, 1993.

\_\_\_\_\_. *NBR 13969: Tanques sépticos - Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos - Projeto, construção e operação*. Rio de Janeiro, 1997.

BARBOSA, S.A. *Avaliação de biofiltro aerado submerso no pós-tratamento de efluente de tanque séptico*. Curitiba, 2006. 207 f. Dissertação (Mestrado Engenharia Sanitária e Ambiental) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba: UFPR, 2006.

BRASIL. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. *Manual de saneamento*. 3. ed. rev. Brasília, 2004, 480p. Disponível em: <[http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/manual\\_saneamento\\_3ed\\_rev\\_p1.pdf](http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/manual_saneamento_3ed_rev_p1.pdf)>. Acesso em: 25 de novembro de 2018.

\_\_\_\_\_. *Doenças infecciosas e parasitárias*. 6. ed. Ministério da Saúde, Brasília: 2005. 320 p. Disponível em: <[http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/guia\\_bolso\\_6ed.pdf](http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/guia_bolso_6ed.pdf)>. Acesso em: 07 de agosto de 2018.

\_\_\_\_\_. Ministério da Saúde. *Manual de Saneamento*. 3 ed. rev. Brasília: Fundação Nacional de Saúde. 2006. Disponível em: <[http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/manual\\_saneamento\\_3ed\\_rev\\_p1.pdf](http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/manual_saneamento_3ed_rev_p1.pdf)>. Acesso em: 25 de novembro de 2018.

\_\_\_\_\_. Ministério da Saúde. *Doenças infecciosas e parasitárias*. 6 ed. rev. 320 p. Brasília: Secretaria de Vigilância em Saúde, Ministério da Saúde. 2006. Disponível em: < [http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/guia\\_bolso\\_5ed2.pdf](http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/guia_bolso_5ed2.pdf)>. Acesso em: 25 de novembro de 2018.

\_\_\_\_\_. *Lei nº. 11.445, de 05 de janeiro de 2007*. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nos 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei no 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2007-2010/2007/Lei/L11445.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2007/Lei/L11445.htm)> Acesso em: 27 de maio de 2018.

\_\_\_\_\_. *Lei nº 13.308, de 6 de junho de 2016*. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico, determinando a manutenção preventiva das redes de drenagem pluvial.

BRASIL, O. N. U. *Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA)*. 2010.

CÂMARA, V.M. *Epidemiologia e ambiente*. In: MEDRONHO, R.A. et al. *Epidemiologia*. São Paulo: Atheneu, 2003.

CAMPOS, J. R. *Tratamento de esgotos sanitários por processo anaeróbio e disposição controlada no solo / José Roberto Campos (coordenador)*. -- Rio de Janeiro : ABES, 1999. 464 p. : il. Projeto PROSAB.

CARTAXO, Z. *Pintura em distensão*. Rio de Janeiro: Oi Futuro/Secretaria do Estado de Cultura do Rio de Janeiro, 2006.

CIVES, Centro de Informação em Saúde para Viajantes. Rio de Janeiro, 2008.

CYNAMON, S. E., 1986, *Sistema não convencional de esgoto sanitário a custo reduzido, pra pequenas coletividades e áreas periféricas*, ed 2, MS, FIOCRUZ.

CLIMA-DATA. *Climograma Teófilo Otoni*. Disponível em: &lt;<http://es.climatedata.org/location/176312/>&gt;. Acessado em: 18/03/2018.

CONAMA, Resolução. 357, de 17 de março de 2005. *Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA*, v. 357, 2005.

DE ÁVILA. R. O. *Avaliação do desempenho de sistemas tanque séptico filtro*

*anaeróbio com diferentes tipos de meio suporte*. Tese (Doutorado em Engenharia Sanitária e Ambiental) – UFRJ; COOPE, 2005. 166 p.

EX ANTE. *Benefícios econômicos da expansão do saneamento*. 2014. Disponível em:  
<<http://www.tratabrasil.org.br/datafiles/uploads/estudos/expansao/Beneficios-Economicos-do-Saneamento.pdf>>. Acesso em 21 de março de 2018.

GUIMARÃES, A. J. A.; CARVALHO, D. F. de; SILVA, L. D. B. da. *Saneamento básico*. Disponível em:< <http://www.ufrj.br/institutos%20IT%20179/Cap%201.pdf>>. Acesso em: 11 Nov. 2018.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Atlas Nacional do Brasil*. 2000. Disponível em:  
<&lt;[ftp://geoftp.ibge.gov.br/atlas/atlas\\_nacional\\_do\\_brasil\\_2010/2\\_territorio\\_e\\_meio\\_ambiente/atlas\\_nacional\\_do\\_brasil\\_2010\\_pagina\\_56\\_legenda\\_meso\\_e\\_microrregiao\\_o\\_geografica\\_1990.pdf](ftp://geoftp.ibge.gov.br/atlas/atlas_nacional_do_brasil_2010/2_territorio_e_meio_ambiente/atlas_nacional_do_brasil_2010_pagina_56_legenda_meso_e_microrregiao_o_geografica_1990.pdf)&gt;>. Acesso em: 08 de março de 2018.

\_\_\_\_\_. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Municípios, total e com tratamento de esgoto sanitário realizado as Estações de Tratamento de Esgoto – ETEs, por existência e tipo de uso direto do efluente do esgoto, segundo as Grandes Regiões e as Unidades da Federação. Pesquisa Nacional de Saneamento Básico*. 2008. Disponível em:  
<&lt;[http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaoadevida/pnsb2008/tabelas\\_pdf/tab059.pdf](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaoadevida/pnsb2008/tabelas_pdf/tab059.pdf)&gt;>. Acesso em: 20 de junho de 2018.

\_\_\_\_\_. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Censo 2010*. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/teofilo-otoni>>. Acesso em: 27 de maio de 2018.

GIL, A. C. *Métodos e técnicas de pesquisa social*. 5.ed. São Paulo: Atlas, 2008.  
JORDÃO, Eduardo Pacheco, 1939 – *Tratamento de Esgotos Domésticos*/ Eduardo Pacheco Jordão, Constantino Arruda Pêssoa – 6ª Edição – Rio de Janeiro, 2011 – 1050 Páginas.

JORDÃO, E. P.; PESSÔA, C. A. *Tratamento de esgotos domésticos*. 6 ed. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária – ABES, 2011. 969 p.

LEAL, F. C. T. Juiz de Fora. 2008. *Sistemas de saneamento ambiental*. Faculdade de Engenharia da UFJF. Departamento de Hidráulica e Saneamento. Curso de Especialização em análise Ambiental. 4 ed. 2008. Notas de Aula.



MELLO, E. J. R. *Tratamento de Esgoto Sanitário – Avaliação da estação de tratamento de esgoto do Bairro Novo Horizonte na cidade de Araguari – MG*. Uniminas, Uberlândia, 2007.

MIGUEL, A. R.; BEVILACQUA, N.; GUERRA, P. A. D. V.; BAPTISTELLI, S. C. *Tratamento de águas residuárias domésticas*. In: ROMÉRO, M. A.; PHILIPPI JR., A.; BRUNA, G. C. *Panorama ambiental da metrópole de São Paulo*. São Paulo: Signus, 2004.

MORAES DS & JORDÃO BQ 2002. *Degradação de recursos hídricos e seus efeitos sobre a saúde humana*. *Revista de Saúde Pública* 36 (3): 370-374.

NUVOLARI, A. (Coord.). *Esgoto sanitário: coleta, transporte, tratamento e reuso agrícola*. 1º Ed. São Paulo: Editora Edgard Blucher, 2003. 520 p.

OGERA, R.C.; PHILIPPI JR., A. *Estudo comparativo da gestão municipal estadual de serviços de água e esgoto*. In: ROMÉRO, M. A.; PHILIPPI JR., A.; BRUNA, G. C. *Panorama ambiental da metrópole de São Paulo*. São Paulo: Signus, 2004.

Organização Mundial de Saúde – OMS .Brasil. (2007). Acessado em 08 de agosto de 2018. Disponível em: <http://www.who.int/eportuguese/countries/bra/pt/>.

PAIVA, G. B. *Mecanismo de desenvolvimento limpo, tratamento de esgoto e desenvolvimento sustentável: um estudo econômico*. 2008. 134p. Dissertação (Mestrado em Economia), Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2008.

PORTAL RESÍDUOS SÓLIDOS. Lei 11.445/07 – *Lei Federal do Saneamento Básico*. 2013. Disponível em: <http://www.portalresiduossolidos.com/lei-11-44507-lei-federal-do-saneamento-basico/>. Acessado em 06 de janeiro de 2018.

RICHARDSON, R. J. *Pesquisa social: métodos e técnicas*. 3. ed. São Paulo: Atlas, 1999.

ROCHA, M. M.; SARTI, H. L. C.; LIMA, L. F.; JUNIOR, O.C. *A urbanização e a poluição dos recursos hídricos*. *O Mundo da Saúde*, v. 28 , 2004.

SANT'ANNA Junior, G. L. – *Tratamento Biológico de Efluentes: Fundamentos e Aplicações*. Rio de Janeiro: Inter ciência 2010 – 418 Pág.

SANTOS, L. S. *Degradação Ambiental no Riacho da Serra Decorrente do uso e da Ocupação do Território do Município de Dona Inês – PB*. (Monografia

apresentada ao Curso de Geografia da Universidade Estadual da Paraíba), Dona Inês/PB, 2013.

Saúde Brasil 2004 – *uma análise da situação de saúde* / Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Departamento de Análise de Situação de Saúde. – Brasília: Ministério da Saúde, 2004.

SILVA, F. C. *Saneamento do ambiente saúde e ambiente*. 2005.

TEÓFILO OTONI. *Plano Diretor de Teófilo Otoni*. Teófilo Otoni: Secretaria de Planejamento. Minas Gerais, 2008.

\_\_\_\_\_. *Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB)*. Teófilo Otoni: Secretaria de Meio Ambiente. Minas Gerais, 2014.

Thiollent, M. *Metodologia de Pesquisa-ação*. São Paulo: Saraiva 2009.

VARGAS, G. M. dos R.; SILVA, F. D. da; ANDRADE NETO, C. O. de; MELO, J. L. de S.; MELO, H. N. de S. *Eficiência na remoção de matéria orgânica sob a forma de DBO e DQO total e solúvel no sistema TS+FAN*. In: CONGRESSO INTERAMERICANO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL. 27, 2000. Porto Alegre. Anais... Porto Alegre, 2000.

VERÓL, A. P.; PAIXÃO, M.C.T.; VOLSCHAN Jr., I.; JORDÃO, E.P. – *Procedimentos Analíticos e Resultados no Monitoramento do Tratamento de Esgotos*. ABES, 2005.



**APÊNDICE A - Questionário sobre a atual situação do saneamento básico no Distrito de Topázio – Teófilo Otoni**

**INSTITUTO ENSINAR BRASIL  
FACULDADES UNIFICADAS DE TEÓFILO OTONI**

Questionário sobre a atual situação do saneamento básico no Distrito de Topázio – Teófilo Otoni, com o objetivo de analisar dados para um trabalho de conclusão de curso sobre a proposta de tratamento de esgoto para o distrito.

**1- Em sua opinião, quantas pessoas residem aqui?**

\_\_\_\_\_

**2- Em sua opinião, quantos cômodos tem esta casa?**

\_\_\_\_\_

**3- Em sua opinião, a água desta residência provém:**

- a) ( ) concessionária    c) ( ) poço    e) ( ) rio  
b) ( ) cisterna    d) ( ) não sei

**4- Em sua opinião, esta residência está ligada à rede pública coletora de esgoto?**

( ) sim    ( ) não

**5- Em sua opinião, o esgoto gerado nesta residência tem como destino:**

- a) ( ) Rio    b) ( ) Fossa séptica    c) ( ) Fossa negra  
d) ( ) Céu aberto    e) ( ) Não sei

**6- Em sua opinião, você ou alguém de sua família já teve doenças provenientes da inexistência de um tratamento adequado de esgoto, tais como ancilostomíase (infecção que causa grave anemia), lombrigas ou disenterias?**

( ) sim    ( ) não

**7- Em sua opinião, você ou algum familiar já precisou se ausentar do trabalho ou dos estudos por doenças ligadas à falta de saneamento?**

( ) sim    ( ) não

**8- Em sua opinião, você acredita que a saúde pode melhorar no distrito dando-se a destinação adequada ao esgoto?**

( ) sim    ( ) não

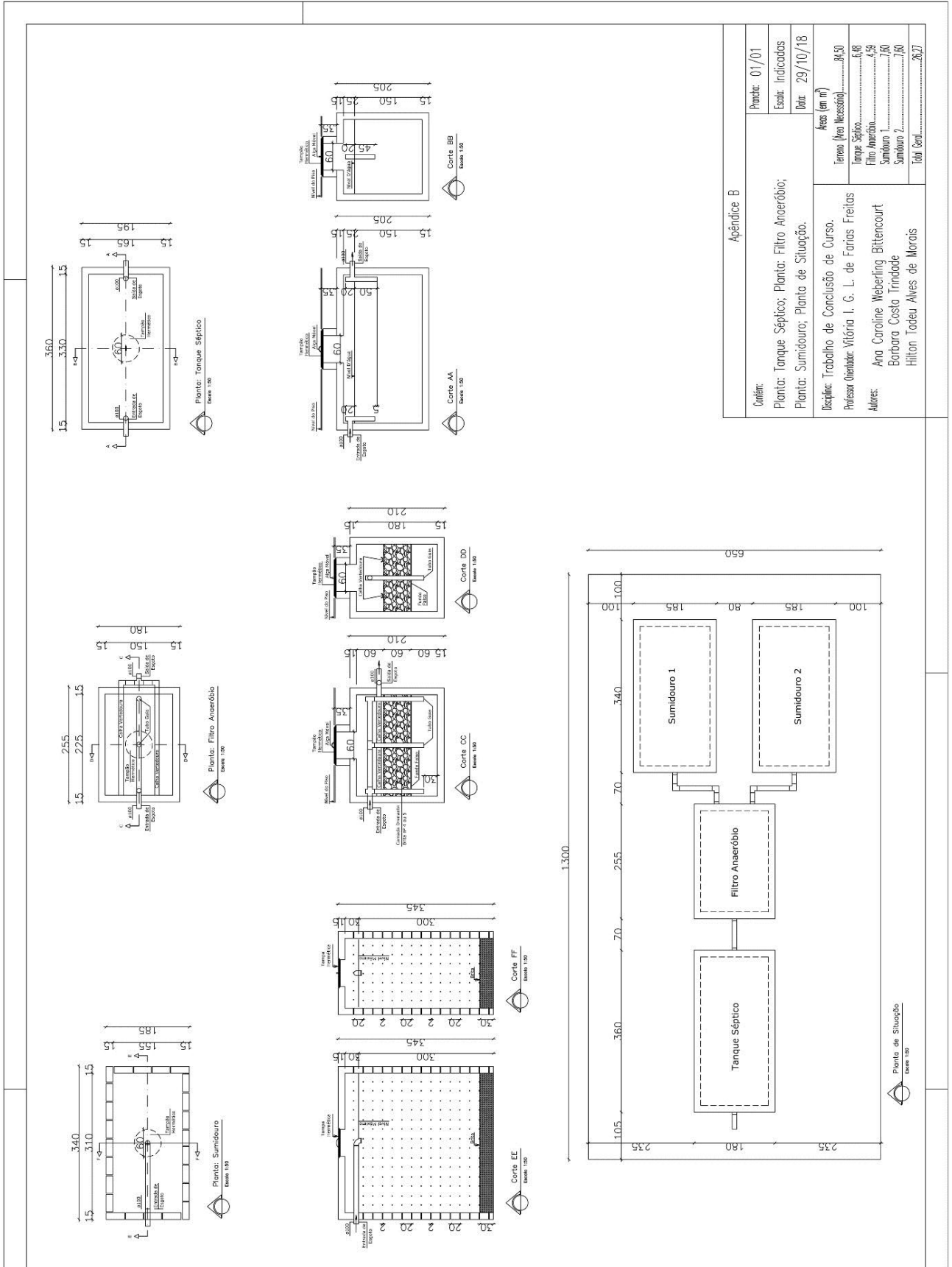
**9- Em sua opinião, você disponibilizaria uma parte do seu terreno para que**

fosse realizado um projeto de saneamento?

( ) sim

( ) não

**APÊNDICE B – Projeto de fossa séptica**



Apêndice B	
Projeto: 01/01	Escala: Indicadas
Data: 29/10/18	
Área (em m <sup>2</sup> )	
Tanque Séptico	8,50
Filtro Anaeróbio	6,68
Sumidouro 1	4,59
Sumidouro 2	7,60
Total Geral	26,77

Contém: Planta: Tanque Séptico; Planta: Filtro Anaeróbio; Planta: Sumidouro; Planta de Situação.  
 Disciplina: Trabalho de Conclusão de Curso.  
 Professor Orientador: Vitória I. G. L. de Farias Freitas  
 Alunas: Ana Caroline Webering Bittencourt, Barbara Costa Trindade, Hilton Tadeu Alves de Moraes