

**INSTITUTO ENSINAR BRASIL  
FACULDADES DOCTUM DE CARATINGA**

**GUILHERME HELENO GONÇALVES  
JOSÉ GILSON MOREIRA**

**ESTUDO DE CASO: ANÁLISE CRÍTICA DA IMPLANTAÇÃO DA ESTAÇÃO DE  
TRATAMENTO DE ESGOTO NO MUNICÍPIO DE VERMELHO NOVO - MG**

**CARATINGA  
2019**

**GUILHERME HELENO GONÇALVES  
JOSÉ GILSON MOREIRA**

**FACULDADES DOCTUM DE CARATINGA**

**ESTUDO DE CASO: ANÁLISE CRÍTICA DA IMPLANTAÇÃO DA ESTAÇÃO DE  
TRATAMENTO DE ESGOTO NO MUNICÍPIO DE VERMELHO NOVO – MG**

**Trabalho de Conclusão de Curso apresentado  
ao Curso de Engenharia Civil das Faculdades  
DOCTUM de Caratinga, como requisito parcial à  
obtenção do título de Bacharel em Engenharia  
Civil.**

**Área de concentração: Saneamento  
Orientador: Prof. Sidinei Silva Araújo**

**CARATINGA**

**2019**

 rede de ensino <b>DOCTUM</b>	FACULDADES DOCTUM DE CARATINGA	FORMULÁRIO 9
	TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO TERMO DE APROVAÇÃO	

**TERMO DE APROVAÇÃO**

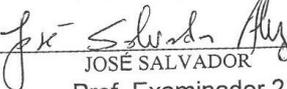
O Trabalho de Conclusão de Curso intitulado: ESTUDO DE CASO: IMPLANTAÇÃO DE ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO NO MUNICÍPIO DE VERMELHO NOVO - MG, elaborado pelo(s) aluno(s) GUILHERME HELENO GONÇALVES e JOSÉ GILSON MOREIRA foi aprovado por todos os membros da Banca Examinadora e aceito pelo curso de ENGENHARIA CIVIL das FACULDADES DOCTUM DE CARATINGA, como requisito parcial da obtenção do título de

**BACHAREL EM ENGENHARIA CIVIL.**

Caratinga 10/07/2019

  
\_\_\_\_\_  
SIDINEI SILVA  
Prof. Orientador

  
\_\_\_\_\_  
JOSÉ NELSON  
Prof. Avaliador 1

  
\_\_\_\_\_  
JOSÉ SALVADOR  
Prof. Examinador 2

“O sucesso nasce do querer, da determinação e persistência em se chegar a um objetivo. Mesmo não atingindo o alvo, quem busca e vence obstáculos, no mínimo fará coisas admiráveis.”

*José de*

*Alencar* **Desbloqueio/Desbloqueio  
do Benefício para  
Empréstimo**

### **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus por proporcionar o dom da inteligência, perseverança e guiar os meus passos nessa empreitada, a Santo Expedito por ser meu protetor e intercessor.

A meus pais Pedro Heleno Gonçalves e Maria Helena Gonçalves que sempre me apoiaram nas minhas decisões e são meus exemplos.

A minha irmã que me ajuda muito, e meus demais familiares que sempre me passam palavras de estímulos.

A minha namorada Clarice que sempre esteve ao meu lado, entendendo os momentos difíceis nessa minha jornada na faculdade ao longo desses cinco anos.

Agradeço também aos meus colegas de classe que sempre estiveram comigo nos momentos bons e ruins, fáceis e difíceis, me incentivando a seguir em frente, não me deixando abalar com as notas ruins e me tornaram assim uma pessoa melhor, estes em especial Darci Mariano e José Gilson, amigos para toda a vida.

Guilherme Heleno Gonçalves

## **AGRADECIMENTOS**

Concluindo mais uma etapa rica em aprendizado e conhecimento ao que eu irei carregar por toda minha vida, agradeço o apoio de todos que persistiram nessa caminhada.

Quero agradecer ao meu colega Guilherme Heleno, ao apoio de minha família e amigos e aos professores que nos ajudaram a desenvolver este trabalho, e em especial ao professor Sidinei e a professora Camila.

Agradeço também aos engenheiros da prefeitura municipal de Vermelho Novo, e aos demais amigos que juntos trilhamos essa jornada.

Levo a grandiosidade de Deus que sempre esteve comigo e estará nessa nova jornada que se inicia em minha vida.

José Gilson Moreira

## RESUMO

O presente trabalho visa o estudo do projeto de implantação da Estação de Tratamento de Esgoto no Município de Vermelho Novo – MG. O despejo de esgoto bruto diretamente em corpos d'água traz como consequência grandes impactos ambientais com prejuízo do uso dessa água por toda a população inclusive impossibilitando a vida aquática no mesmo. Vê-se um aumento considerável com a preocupação ambiental tanto pelos órgãos responsáveis, tanto pela população, acarretando assim um aumento também na pressão sobre as companhias de saneamento e prefeituras pela implantação de sistemas de esgotamento sanitário. O sistema de esgoto sanitário consiste no processo que se inicia na coleta, passando pelo transporte, tratamento e a disposição final do esgoto e todo esse processo, tangencia dois grandes pontos comuns: aspectos financeiros e políticos. Sendo essas, grandes barreiras impeditivas de um desenvolvimento maior do saneamento básico em nosso país. Com vistas ao estudo em questão toma-se a ABNT NBR 12.209 - Projeto de Estações de Tratamento de Esgoto Sanitários e ABNT NBR 9.649 - Projeto de Redes de Esgoto da Associação Brasileira de Normas Técnicas, como norteadoras do processo de elaboração desse artigo.

**PALAVRAS-CHAVE:** Estação de Tratamento de Esgoto. Rede de Esgoto. Gerenciamento de projeto.

### **ABSTRACT**

The present work has the status of a study of the implementation of the Sewage Treatment Station in the Municipality of Vermelho Novo - MG. The discharge of sewage was applied to bodies of water because of a great obstruction to the living environment. Increased pressure on environmental responsibility has also increased, already existing, leading to increased pressure on sanitation activities and implementation of the sanitation system. The branch sewer system, ie the decision-making process on the decision-making process, the process and the decision-making process, the financial process and the processes. This is a high impediment to the high development of basic sanitation in our country. In order to address the situation in question, we take note of NBR 12.209 - Project of Research Networks of Technical Standards, as the measures of the process of elaboration of the article.

**KEYWORDS:** Sewage Treatment Station. Sewerage system. Project management.

## **ABREVIATURAS E SIGLAS**

NBR – Norma Brasileira

SNIS – Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento

ONU – Organização das Nações Unidas

OMS – Organização Mundial da Saúde

IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada

ETE – Estação de Tratamento de esgoto

PNRH – Plano Nacional de Recursos Hídricos

PROSAB – Programa de Pesquisa em Saneamento Básico

ANA – Agência Nacional de Águas

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

SABESP – Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo

**LISTA DE EQUAÇÕES**

<b>Equação 1 – .....</b>	<b>46</b>
<b>Equação 2 – .....</b>	<b>47</b>

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> – Etapas do Tratamento de Esgoto .....	19
<b>Figura 2</b> – Lançamento de Esgotos Domésticos nos Corpos Hídricos .....	243
<b>Figura 3</b> – Aplicações de Reuso de Água .....	276
<b>Figura 4</b> – Uso do Lodo de Esgoto na Agricultura .....	298
<b>Figura 5</b> – Localização de Vermelho Novo – MG- Via Satelite .....	359
<b>Figura 6</b> – Localização de Vermelho Novo - MG .....	31
<b>Figura 7</b> – Agricultura Vermelhense .....	32
<b>Figura 8</b> – Fluxograma da Classificação de Pesquisa.....	34
<b>Figura 9</b> – Localização das Novas Redes.....	39
<b>Figura 10</b> – Canteiro de Obras da ETE .....	41
<b>Figura 11</b> – Construção do Sistema de Gradeamento .....	41
<b>Figura 12</b> – Construção do Tanque de Areação.....	42
<b>Figura 13</b> – 1º local de instalação da ETE .....	43
<b>Figura 14</b> – Local Atual da ETE .....	44
<b>Figura 15</b> – Cerca de Arame farpado na Estação.....	46
<b>Figura 16</b> – Calha de pascal.....	47
<b>Figura 17</b> – Sistema de Gradeamento.....	48
<b>Figura 18</b> – Caixa de Distribuição da ETE.....	49

**LISTA DE TABELAS**

<b>Tabela 1 – Projeção Populacional .....</b>	<b>38</b>
---	-----------

**LISTA DE QUADROS**

**Quadro 1** – Ruas a atualizar o sistema de coleta .....40

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUCAO</b> .....	15
1.1. CONTEXTUALIZAÇÃO .....	15
1.2. OBJETIVOS .....	17
1.2.1. Objetivo Geral .....	17
1.2.2. Objetivos Específicos .....	17
1.2.3. Estrutura do Trabalho.....	17
<b>2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	19
2.1. SANEAMENTO BÁSICO.....	19
2.2. SANEAMENTO E SEUS REFLEXOS NA SAÚDE PÚBLICA.....	21
2.3. A REALIDADE DOS SISTEMAS DE ESGOTO NO BRASIL .....	23
2.4. REUSO DO EFLUENTE COMO SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL .....	25
2.5. O USO DO LODO GERADO COMO SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL .....	27
2.6. DESCRIÇÃO DO LOCAL.....	29
2.6.1. Caracterização do Município .....	30
2.6.2. Características Socioeconômicas .....	32
2.6.3. Características Urbanas e Localização .....	31
<b>3. METODOLOGIA</b> .....	35
3.1. CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA .....	35
3.2. PROCEDIMENTOS DA PESQUISA .....	36
3.2.1. Dimensionamento dos Sistemas de Tratamento de esgotos .....	37
3.2.2. Processo de Gerenciamento .....	37
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	38

4.1.	PROJEÇÃO DA POPULAÇÃO .....	38
4.1.1.	Projeção Populacional.....	38
4.2.	SITUAÇÃO ATUAL DO ESGOTO SANITÁRIO NO MUNICÍPIO DE VERMELHO NOVO.....	39
4.3.	GERENCIAMENTO DO PROJETO DE IMPLANTAÇÃO E MANUTENÇÃO.....	41
4.4.	SITUAÇÃO ATUAL DA ETE .....	46
5.	<b>CONCLUSÃO</b> .....	51
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	53

## 1. INTRODUÇÃO

### 1.1. CONTEXTUALIZAÇÃO

A Secretaria Nacional de Saneamento do Ministério do Desenvolvimento Regional publicou um retrato da situação do saneamento no Brasil no ano de 2017, onde, segundo o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), 93,0% da população urbana é atendida por rede de abastecimento de água. Mas quando se aborda a coleta de esgoto a situação fica mais crítica, pois 40,0% da população urbana não contam com rede coletora de esgotos (BRASIL, 2017).

Nesse ponto destaca-se a saúde da população, diretamente afetada de forma negativa, com maior incidência à população mais pobre. As consequências são ainda mais alarmantes, quando analisamos que a falta de saneamento acarreta em um aumento da mortalidade infantil. A literatura relaciona a precariedade no saneamento básico com a ocorrência de diversas doenças, com destaque para a cólera, infecções gastrintestinais, febre tifoide.

A precariedade no saneamento básico está relacionada devido à falta de adequamento do abastecimento de água e o tratamento adequado do esgoto que deixa de ocorrer na maioria dos casos. No que tange esse despreparo podemos dizer que a falta deste em que diz respeito a saúde pode acarretar a sua exposição contaminação das demais doenças.

Analisando pela questão econômica, podemos dizer que é necessário a intensificação de investimentos no saneamento, o que para muitos é apenas um gasto irrelevante, mas que na verdade possui um significado muito maior do que isso. Nos

dias atuais diversos estudos comprovam que o investimento em sistemas de esgotos adequados geram a população uma melhor condição de vida.

As dificuldades encontradas no entanto para a realização destes projetos se dá também em muito no que diz respeito a administração adequada e iniciativas que possa implementar e agregar maiores frutos a área, já que muitos das figuras políticas não julgam necessário o investimento em tal.

Ante ao exposto, é notório a necessidade de estudo voltado ao saneamento básico, destacando os estudos relacionados ao esgotamento sanitário. Investimento na destinação adequada dos esgotos trará como consequência a melhora na qualidade de vida de toda população com consequente diminuição dos gastos com saúde.

Assim, esse estudo traz como finalidade a Análise Crítica da Implementação da Estação de Tratamento de Esgoto no Município de Vermelho Novo, em Minas Gerais, demonstrando todo o processo licitatório e jurídico que envolve a implantação de uma ETE em um município, destacando as dificuldade e incômodos gerados na sua construção e até a sua ligação, além de apontar as falhas cometidas no processo com o decorrer do tempo.

O grande desafio de se implantar um sistema de tratamento de esgoto está no seu custo elevado, uma estação de tratamento do esgoto requer um alto gasto de dinheiro em sua implantação, para se ter uma ideia uma ETE que possui capacidade para tratar 690m<sup>3</sup> de esgoto por dia possui um custo de implantação que chega na casa dos 2.000.000,00 (dois milhões) de reais.

Outro fato relacionado ao sistema de coleta de esgoto que se torna mais um empecilho para a implantação de uma ETE se dá pela necessidade de implantação de novas redes em locais onde essas são inexistentes, esses locais em sua situação atual jogam o esgoto produzido diretamente aos corpos d'água da cidade.

A dificuldade encontrada pela prefeitura para implantação ETE em Vermelho Novo seria então a necessidade de se verifica as redes coletoras do município, o que tange em uma serie de empecilhos. Assim como diverso munícios brasileiros Vermelho Novo possuiu um sistema de esgoto ultrapassam, sem datilogação de sua implantação e sem nenhum projeto iminente, antes de qualquer atividade de implantação de ETE deveria ser primeiro realizar obras que adequassem esse sistema a recebe a ETE.

## 1.2. OBJETIVOS

### 1.2.1. Objetivo Geral

O objetivo geral desse trabalho trata-se de um estudo de caso da implantação da Estação de Tratamento de Esgoto no Município de Vermelho Novo – MG, com intuito de realizar uma análise crítica apontando os principais erros em seu processo de implantação no município e assim demonstrar se a cidade está realmente apta a receber a ETE.

### 1.2.2. Objetivos Específicos

- Diagnosticar a situação atual do esgoto sanitário no Município de Vermelho Novo – MG;
- Verificar o processo de implantação da Estação de Tratamento de Esgoto no Município;
- Analisar a situação e condições atuais da ETE do município em estudo, em seus aspectos administrativos, de atendimento a demanda e de manutenção.

### 1.2.3. Estrutura do Trabalho

Este trabalho está dividido em 5 capítulos, sendo eles a introdução, fundamentação teórica, metodologia, resultados e discussões e por último a conclusão.

No primeiro capítulo é apresentado a contextualização do problema a ser estudado, com definição dos objetivos geral e específicos que se almeja alcançar na conclusão deste.

No segundo capítulo, fundamentação teórica, são apresentados aspectos teóricos do estudo, com apresentação das teorias expostas por diversos autores dentro do tema saneamento, assim como legislação e normatização, com atenção voltada ao esgotamento sanitário.

No terceiro capítulo apresenta-se as metodologias que foram utilizadas para coletas de dados, estudo de caso, com realização dos dimensionamentos necessários para a análise da Estação de Tratamento de Esgoto, no Município de Vermelho Novo – MG.

O quarto capítulo apresenta os resultados alcançados depois de todos os cálculos e coletas de dados com a análise do Sistema de Tratamento de Esgoto já implantado no Município em estudo.

Para a conclusão do quinto capítulo será abordado as considerações finais a respeito do tema proposto nesse artigo, demonstrando deste modo a conclusão a respeito do tema.

## **2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

### **2.1. SANEAMENTO BÁSICO**

É importante entender que existe um grande déficit sanitário no Brasil e que as cidades afastadas de grandes centros, acabam sendo ainda mais prejudicadas em função da falta de um controle e uma fiscalização mais intensa. Todo o descaso traz consequências diretas para o meio ambiente, que recebe de forma errônea o esgoto da cidade. Além das consequências ambientais, ainda existem as consequências sociais. A falta de condições de saneamento, juntamente com a falta de práticas de educação sanitária no País, reflete diretamente na saúde da população.

A ONU (1946) estima que 40% da população mundial ainda não têm acesso a instalações sanitárias, sendo que os países em desenvolvimento acabam sendo os mais afetados. Ainda segundo a ONU, nos países da América Latina e Caribe, mais de 100 milhões de pessoas carecem de acesso a estas instalações.

O saneamento básico está intimamente ligado ao conjunto de soluções que favorecem a saúde humana, a prevenção de doenças e a melhora na qualidade de vida de toda uma população.

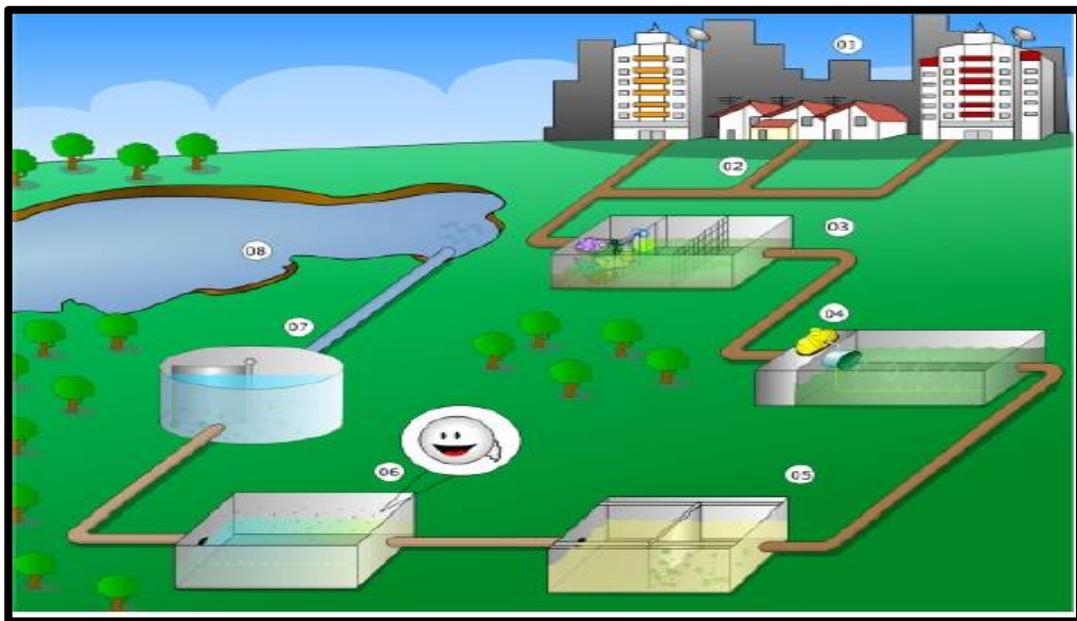
Em termos legais a constituição da República, nos artigos 21º e 23º, assegura a toda a população o direito ao saneamento básico, definindo como sendo um conjunto de serviços básicos, com todas as estruturas e instalações necessárias para a sua operacionalização para o abastecimento de água potável e esgotamento sanitário assim como a limpeza urbana, o manejo de resíduos, a drenagem e o manejo das águas pluviais urbanas.

Conforme cita a Lei nº 11.445/07, um dos princípios fundamentais do saneamento básico é que todos têm direito ao acesso ao abastecimento de água de

qualidade e esse acesso deve ser em qualidade e quantidade que atendam suficientemente suas necessidades. Essa mesma Lei garante a coleta e tratamento adequado de esgoto e lixo.

A figura 1, Etapas do Tratamento de Esgoto, esquematiza o processo que vai desde a coleta do esgoto das residências até o despejo nos rios. A Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo – SABESP, também descreve cada uma dessas etapas, conforme segue.

**Figura 1 – Etapas do Tratamento de Esgoto**



Fonte: SABESP, 2019

01 - Cidade: Após a distribuição nas residências, a água utilizada para higiene pessoal, alimentação e limpeza vira esgoto. Ao deixar as casas, ele vai para as redes coletoras, passa pelos coletores, troncos e interceptores até chegar às Estações de Tratamento de Esgotos;

02 - Rede de esgotos;

03 - Grades: Antes de ser tratado, o esgoto passa por grades para retirar a sujeira (papel, plástico, tampinha, etc.);

04 - Caixa de areia: Depois de passar pelas grades, o esgoto é transportado para uma caixa que vai retirar a areia contida nele;

05 - Decantador primário: Após a caixa de areia, o esgoto é enviado aos decantadores primários onde ocorre a sedimentação de partículas mais pesadas;

06 - Tanques de aeração: O esgoto é composto por matéria orgânica e microrganismos. Nos tanques de aeração, o ar fornecido faz com que os microrganismos ali presentes se alimentem e se multipliquem de material orgânico, formando o lodo e diminuindo assim a carga poluidora do esgoto;

07 - Decantadores secundários: Neste o sólido restante vai para o fundo e a parte líquida já está sem 90% das impurezas. Esta água não pode ser bebida. Ela é lançada nos rios ou reaproveitada para limpar ruas, praças e regar jardins;

08 - Rio.

## 2.2. SANEAMENTO E SEUS REFLEXOS NA SAÚDE PÚBLICA

Conforme definiu-se pela Organização Mundial de Saúde (OMS) em 1946, a saúde consiste em um completo bem-estar físico, mental e social e não somente a ausência de doença ou enfermidade.

Conforme apresenta Carvalho (1996), as transformações que acontecem no mundo atualmente e ao longo das últimas décadas principalmente, colocam a humanidade em uma etapa muito única da história. Tais transformações, quando tangenciando a política e a economia, trata-se da globalização, que tem um impacto muito grande na saúde.

A globalização aponta para um paradigma muito mais completo e complexo, onde não há uma fragmentação dos processos, mas sim um foco na visão holística, que reflete diretamente nos novos modelos de gerenciamento das ações ambientais. Assim, o modelo sanitário torna-se ainda mais complexo e amplo, pois incorpora à sua visão aos fatores ambientais, sociais, políticos, econômicos (CARVALHO, 1996).

Nota-se que um crescimento populacional exponencial, vinculado à uma realidade onde não há rede de abastecimento de água, tratamento de esgotos ou disposição de resíduos sólidos, há um quadro caótico do ponto de vista sanitário e ambiental, que traz como consequência a propagação de doenças, tornando dessa forma, um enorme problema de saúde pública.

Dentro do contexto social e político, a saúde pública tem como objetivos garantir a melhoria do estado de saúde da comunidade e aumento da longevidade, para isso utiliza estratégias de promoção da saúde, prevenção da doença e outras

formas de intervenção. Conforme apresenta Câmara (2003) o desenvolvimento do conhecimento científico, aliado à maior conscientização das pessoas sobre a influência da qualidade ambiental na saúde, nos últimos anos, tem destacado o ambiente como um dos elementos determinantes de maior importância no processo saúde-doença do ser humano (CÂMARA, 2003).

A Secretaria de Saúde de São Paulo, afirma que a saúde ambiental se trata da parte da saúde pública que engloba os processos de diagnóstico, análise e atenuação ou resolução das consequências que o ambiente exerce sobre o bem-estar físico e mental da população. (SÃO PAULO. SECRETARIA DE ESTADO DA SAÚDE. CBVA, 2001). No que tange a saúde ambiental, pode também ser caracterizada por meio de um sistema bastante complexo, quando o foco está em conhecer e entender a totalidade de uma determinada situação, como as consequências da falta de um saneamento básico de uma determinada localidade.

Conforme aponta Silva (2005), o saneamento do ambiente refere-se a um conjunto operacional da Saúde Ambiental, onde se engloba as ações isoladas ou em conjunto, que se destinam a assegurar a saúde no contexto ambiental (SILVA, 2005).

A organização mundial da saúde aponta o saneamento como um dos meios mais relevantes, quando se trata de prevenção de doenças. Segundo a OMS o saneamento pode ser descrito como “o controle de todos os fatores do meio físico do homem que exercem ou podem exercer efeito deletério sobre o seu bem-estar físico, mental ou social” (MOTTA, 1993).

Como aponta Viel (1994), o saneamento também pode ser definido como uma série de medidas a serem adotadas a fim de que modifiquem as condições do meio com a finalidade de prevenir doenças e promover a saúde. É essencial a garantia da saúde pública por meio de serviços básicos como: abastecimento de água, destino de águas servidas e sistemas de esgoto, destino de resíduos, controle de animais e vetores de doenças. Todas as atenções e preocupações devem resultar em ações que tenham como objetivo comum evitar a transmissão de doenças pela ingestão de água ou alimentos contaminados (VIEL, 1994).

Para Rocha et al. (2004), existe uma relação entre mortalidade infantil e a população servida por abastecimento de água em que o abastecimento de água, aliado à destinação correta de dejetos, é capaz de intervir contra doenças como diarreias, esquistossomose, amebíase, shigelose, febre tifoide e paratifoide, disenterias, e outras. Para esse mesmo autor a falta de tratamento de água está

levando a altos índices de mortalidade infantil causados por diarreia (ROCHA et al., 2004).

Miguel et al. (2004) afirma, com base nos dados elaborados pelo Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – IPEA, que no período de 1985 a 1990, a taxa de mortalidade infantil nos domicílios com condições adequadas de saneamento foi de 21,9%, enquanto nos domicílios, onde as condições de saneamento eram inadequadas, foi de 59,1% (MIGUEL et al., 2004). Nesse mesmo contexto Moraes e Jordão (2002) aponta que a cada 14 segundos morre uma criança vítima de doença hídrica (MORAES; JORDÃO, 2002).

É importante relevar o fato que a disposição correta dos esgotos, resulta em uma possível redução da mortalidade infantil. Também destaca-se que os dados acima informados poderiam ser bem diferentes se não fosse pela falta de prioridade nos investimentos em saneamento básico, em especial à coleta e ao tratamento de esgoto (OGERA; PHILIPPI JR., 2004).

### 2.3. A REALIDADE DOS SISTEMAS DE ESGOSTO NO BRASIL

No Plano Nacional de Recursos Hídricos da Agência Nacional de Águas (ANA) consta a afirmação de que “o lançamento de esgotos domésticos nos corpos hídricos ( figura 2 )é o principal problema de qualidade das águas”. Logo, a construção de estações de tratamento de esgoto (ETE) apresenta-se como um grande desafio para o Brasil no que tange a melhora da questão sanitária no nosso país.

Ainda segundo o Plano Nacional de Recursos Hídricos – PNRH, um sistema que trabalha de forma ineficiente acaba por se tornar uma fonte poluidora. Ressalta que os grandes sistemas de tratamento que trabalham de forma ineficiente são grandes fontes poluidoras.

Conforme cita a Agência Nacional das Águas,

“A maior fonte de poluição das águas por esgotos não está relacionada à parcela da população sem rede coletora e sim àquela com rede, incluindo parte da que tem tratamento, haja vista as baixas eficiências, associadas à precária operação muitas vezes encontrada. Uma vez que a cobertura do serviço de esgotamento sanitário é reduzida e o tratamento do esgoto coletado não é abrangente, o destino final do esgoto sanitário contribui ainda mais para um quadro precário”.

Segundo dados da agência, dentre os distritos os quais já possuem a coleta de esgoto sanitário apenas cerca 1/3, ou 33,8%, tratam o esgoto sanitário. Os outros 66,2% se quer dão algum tipo de tratamento ao esgoto que se produz. O PNRH afirma que nesses distritos, sem o tratamento de esgoto, o mesmo é diretamente despejado nos corpos de água ou em solos *in natura*, causando o comprometimento da água que é utilizada tanto para abastecimento quanto para a irrigação e mesmo a recreação.

Do total de distritos que não tratam o esgoto sanitário coletado, a maioria, cerca de 85%, despeja o esgoto diretamente nos rios. Um destaque para as regiões Norte e Nordeste, em que esse número é elevado para 93,8% e 92,3% respectivamente.

**Figura 2** – Lançamento de Esgotos Domésticos nos Corpos Hídricos



Fonte: Autores, 2019

A poluição causada em função do lançamento dos esgotos diretamente nos corpos d'água, sem tratamento ou com tratamento parcial, causa vários inconvenientes que se apresentam com maior ou menor importância, de acordo com os efeitos adversos que podem causar aos usos benéficos das águas, conforme aponta Jordão e Pessoa (2009).

A grande quantidade de matéria orgânica que é depositada nos rios causa a perda de elementos fundamentais nesse sistema, como o oxigênio. Toda essa matéria orgânica também causa alteração no gosto e odor das águas. Também cita-se as

alterações estéticas como cor e turbidez excessiva, como consequência desse despejo de material orgânico nos corpos d'água e ainda o aumento excessivo de corpos orgânicos que afetam a sua utilização.

Outros inconvenientes do lançamento de esgotos não tratados são a mudança na temperatura do esgoto, aumento de matérias em suspensão, produção de maus odores e presença de óleos e matérias flutuantes.

#### 2.4. REUSO DO EFLUENTE COMO SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL

No que tange a sustentabilidade ambiental vinculada ao reuso de efluente, hoje já é possível reduzir os poluentes a níveis aceitáveis, tornando a água apropriada para usos específicos. O reuso da água recebe várias classificações como direto, indireto, intencional, reuso não intencional e reuso potável. Quando do reuso potável esse possui um potencial ainda maior de aplicações uma vez que sua execução é de forma facilitada, normalmente.

O reuso não potável não exige grandes níveis de tratamento no processo para reuso, sendo sua utilização aplicada por exemplo na agricultura (irrigação), indústrias, cidades, manutenção de vazões e recarga de aquíferos subterrâneos. A qualidade da água e o seu uso previsto é que vai estabelecer os níveis de tratamento recomendados, os critérios de segurança a serem adotados e os custos de capital, operação e manutenção associados. Revista Hydro (2011).

Várias são as possibilidades no processo de substituição da água potável por uma de menor qualidade, como por exemplo descargas sanitárias, irrigação de gramados, lavagem de veículos, calçadas, indústrias, agricultura, recarga de aquíferos, restauração de habitats e recreação (pesque-pague, manutenção de lagos em praças públicas, e outras).

A reutilização da água residuária tratada não é tema novo na literatura técnica nacional e internacional, mesmo que a implantação de sistemas para suprir demandas específicas seja ainda embrionária no Brasil. Rimmer (2006) aponta que muitos exemplos de ações coordenadas, com real sucesso podem ser vistas em tratamentos e utilizações de esgotos sanitários em diversos países como Israel, Japão, EUA (principalmente na Califórnia), nos países do oriente médio e outros que, devido às suas necessidades e características.

Esses países foram obrigados a desenvolver tecnologias no processo de reutilização efluentes como forma de aumentar a oferta de água afim de suprir as suas demandas. Muitos estados americanos exigem que os municípios considerem alternativas de reuso antes de construírem ou aumentarem a capacidade de estações de tratamento de água (RIMER, 2006). Segundo Mancuso et al (2003), no Brasil existem exemplos como o estado de São Paulo.

Há de se destacar que em todos os casos é preciso estabelecer um rigoroso padrão para reutilização de águas residuárias, padrões esses que devem ser buscados por meio tanto da Organização Mundial de Saúde quanto em dispositivos legais.

É necessário uma investigação mais aprofundada sobre sistemas de tratamento de esgotos a fim de produzir água com qualidade adequada a determinados usos tal como uma pesquisa maior sobre a utilização direta de efluentes de sistemas de tratamento de esgotos sanitários na agricultura e no atendimento a certas demandas industriais e urbanas, o que pode ser decisivo na adoção de sistemas de reuso.

Em termos de patógenos, usos mais restritivos como irrigação de gramados de acesso público, vegetais que serão ingeridos crus ou mesmo para o uso urbano, requerem um maior grau de tratamento de esgotos que aqueles usos menos exigentes como a produção de pastagens, grãos, flores e outros. Entretanto, cada cultura agrícola tem sua demanda específica por nutrientes e água e, portanto, em termos de fertirrigação, novos conceitos precisam ser incorporados para que se alcance um desempenho otimizado do sistema. (PROSAB-2009)

Ainda sobre o reuso, o esgoto que tem sua origem essencialmente doméstica ou traz as características de um, pode ter seu uso destinado à atividades que não exigem grandes tratamentos, como por exemplo, irrigação dos jardins, lavagem de pisos e dos veículos automotivos, na descarga dos vasos sanitários, na manutenção paisagísticas dos lagos e canais com água, na irrigação dos campos agrícolas, pastagens, e outros, desde que tenham condições sanitariamente seguras.

Em caso de utilização como fonte de água para canais e lagos para fins paisagísticos, dependendo das condições locais, pode ocorrer um crescimento intenso das plantas aquáticas devido a abundância de nutrientes no esgoto e nesse caso específico deve-se dar preferência a alternativa de tratamentos que removam eficientemente o fósforo do esgoto. (NBR 13.969 / 97).

Apesar da necessidade de estudos e investigações, já se tem que o esgoto tratado em condições de reuso possa ser exportado para além do limite do sistema local afim de atender à demanda industrial ou outra demanda da área próxima.

**Figura 3** – Aplicações de Reuso de Água



Fonte: CUPERTINO & SALES, 2019

## 2.5. O USO DO LODO GERADO COMO SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL

É importante destacar que apesar da concentração do Brasil em esforços operacionais e científicos afim de gerenciar adequadamente o lodo de esgoto produzido nas estações de tratamento, pouca atenção está sendo dada ao gerenciamento desse lodo que é produzido de forma descentralizada como é o caso das fossas e tanques sépticos, poços absorventes, e outros.

Andreoli (2001), afirma que a falta de orientações e de alternativas técnicas e gerenciais confiáveis, seja por parte da iniciativa privada ou por parte do setor público, resulta na gestão do lodo proveniente das fossas sépticas em uma forma inadequada. Tem-se que algumas regiões, este lodo é lançado nas próprias estações de tratamento de esgoto, se existentes, que aceitam este tipo de resíduo, mas a grande maioria desse lodo produzido é dispensado sem nenhum tipo de critério técnico sobre

os solo, rios e até mesmo como adubo na agricultura – colocando em risco a saúde da população e a qualidade ambiental (ANDREOLI et al, 2001).

No que tange às ETE's, dos sólidos gerados, como lodo, areia e lixo, o lodo é o subproduto mais importante dos processos de tratamento. O lodo resultante das operações e processos de tratamento se apresenta, geralmente, em forma líquida ou líquido semi-sólido, que contém normalmente entre 0,25 a 12% de sólidos, dependendo da operação e processo utilizado.

Como aponta METCALF-EDDY (1985) “de todos os subprodutos, o lodo é, sem dúvida, o de maior volume e seu tratamento e disposição é, talvez, o problema mais complexo que enfrenta um engenheiro, dentro do campo de tratamento das águas residuárias.”

Esse tipo de sólido, constituindo de matéria orgânica e inorgânica, se acumula no sistema, sendo necessário seu descarte periodicamente ou até continuamente, a depender do sistema de tratamento. A implantação de um sistema de tratamento de esgoto tende a ficar comprometido se não se tem uma correta destinação do lodo produzido.

Sistemas de tratamento de esgotos já implantados são muitas vezes operados indevidamente, o que diminui sua eficiência, caracterizando-se como um grande desperdício de recursos públicos que não trazem os benefícios esperados.

Fatores como as características do esgoto, do tipo de tratamento e da operação da ETE afetam diretamente a quantidade e qualidade do lodo produzido por uma ETE. Dessa forma a quantidade de lodo produzido por um sistema pode ser considerada como um referencial da eficiência de operação dos sistemas, os quais preveem um determinado volume de descarte de lodo, logo um descarte excessivo ou minoritário pode refletir a eficiência do sistema.

E notório a relação existente entre a qualidade do afluente, a produção de lodo e a quantidade do efluente tratado. Mas outro fator vinculado ao processo de tratamento do esgoto e que influi na produção de lodo é a eficiência do processo de pré-tratamento, principalmente se o efluente carrear altos teores de areia e outros materiais de origem mineral.

Como aponta Webber e Shames (1984):

O correto tratamento e disposição do lodo de esgoto deve fazer parte de todo o programa de tratamento de efluentes urbanos e industriais, para que os objetivos do saneamento sejam efetivamente atingidos. O custo destas operações pode alcançar 60% dos custos operacionais destas estações e, portanto, não pode ser negligenciado (WEBBER & SHAMES, 1984).

Uma outra utilização está na reciclagem agrícola que alia baixo custo e impacto ambiental positivo quando é realizado dentro de critérios seguros. Ambientalmente é a solução mais correta, pois promove o retorno dos nutrientes ao solo, colaborando para o fechamento no ciclo dos elementos.

Mas deve-se entender que a reciclagem agrícola precisa estar vinculada a regras que definam as exigências de qualidade do material a ser reciclado e aos cuidados exigidos para estabilização, desinfecção e normas de utilização que incluam as restrições de uso. Uma normatização de seu uso deve ser um pré-requisito essencial para a utilização desta prática que apresenta grandes dificuldades para sua correta definição, de forma a garantir o uso seguro sem, contudo, inviabilizar o processo pelo excesso de exigências.

Como aponta Evans (1998), existem diversos artigos científicos que tratam sobre a reciclagem agrícola de lodo de ETE, ainda não foram detectados nenhum efeito adverso, quando se trata do uso controlado desse insumo. As regulamentações de uso asseguram a proteção à saúde animal e humana, a qualidade das colheitas, do solo e do meio ambiente em todo o mundo.

No Brasil, por exemplo o uso do lodo na agricultura (figura 4) é uma alternativa bem promissora, uma vez que se faz necessário a reposição do estoque de matéria orgânica dos solos devido ao intenso intemperismo das nossas condições climática

**Figura 4 – Uso do Lodo de Esgoto na Agricultura**



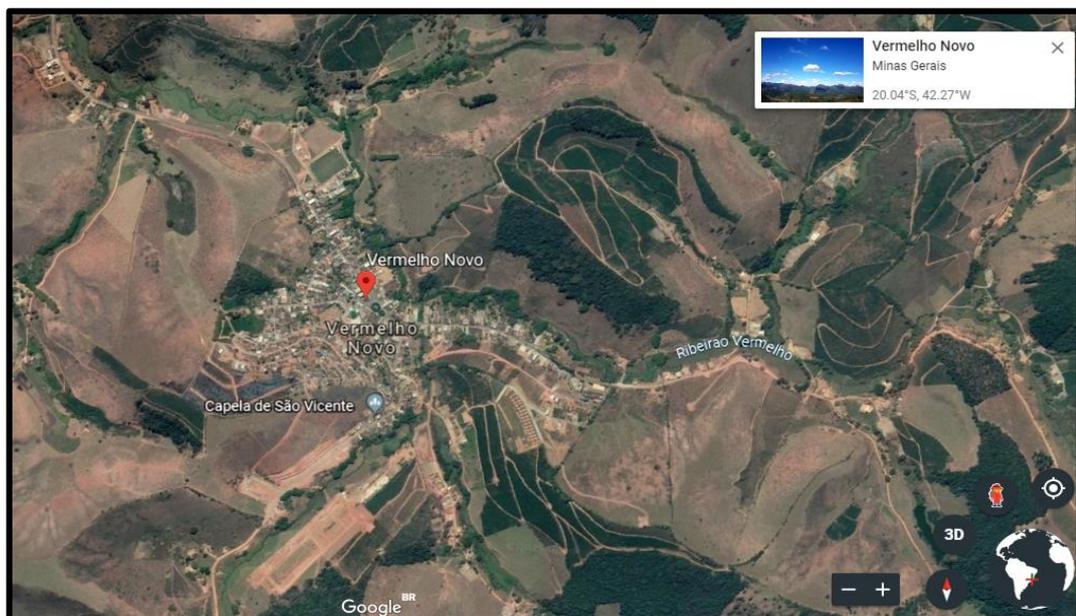
Fonte: Embrapa, 2015

## 2.6. DESCRIÇÃO DO LOCAL

Vermelho Novo (figura 5) é um município brasileiro do estado de Minas Gerais. Pertencente à microrregião de Ponte Nova, e localizado na mesorregião da zona da mata conforme representados figuras 7 e 8, distante cerca de 266 km da capital Belo Horizonte, ocupa uma área de cerca de 115 km<sup>2</sup> possuindo em 2015, segundo o IBGE uma população estimada em 4.883 habitantes.

Vermelho Novo foi emancipado de Raul Soares, pela lei nº 12.030, de 22 de dezembro de 1995. A economia do município baseia-se fortemente no cultivo do café, sendo este uma de suas principais atividades agrícolas. O município conta com diversas manifestações culturais, como a tradicional Festa Vermelhense ausente, e as festas de tradições religiosas.

**Figura 5** – Localização de Vermelho Novo – MG – Via Satélite



Fonte: Google Earth, 2019

### 2.6.1. Caracterização do Município

Inicialmente povoada por tribos indígenas de várias etnias, a região onde hoje se localiza o município de Vermelho Novo foi colonizada em meio a lutas violentas entre os desbravadores da região e os índios.

A solução veio com a intervenção dos sacerdotes, coronéis e capitães que cessaram a resistência dos nativos de forma pacífica e acabaram com a violência, possibilitando a instalação de fazendas e povoados.

A origem da denominação do município tem relação com o nome do rio que atravessa o município - Ribeirão Vermelho. Por meio da Lei n. 2.407, de 5 de novembro de 1827, foi criado o distrito de Vermelho Novo, subordinado a cidade de Raul Soares. A Lei n. 12.030, de 22 de dezembro de 1995, emancipou o distrito de Vermelho Novo à município, sendo constituído apenas de distrito sede.

### 3.2.3. Características Urbanas e Localização

O Município de Vermelho Novo tem área de unidade territorial de 115,242 km<sup>2</sup> (IBGE, 2010) estando inserido na mesorregião da Zona da Mata Mineira e microrregião Ponte Nova, a sudeste do Estado de Minas Gerais, por sua vez pertencente à região sudeste brasileira. Localiza-se nas coordenadas: Latitude 20°02'10" S e Longitude 42°16'01" W.

Sua altitude em relação ao nível do mar é de 620 metros no ponto central da cidade, sendo que a cota mais baixa do município se localiza na divisa com o município de Raul Soares com 580 metros e o ponto culminante apresenta-se na divisa do município com a cidade de Manhuaçu com 1240 metros (INPE, 2011). O fuso horário relativo ao Universal Time Coordinated (UTC) é -3 horas. Os municípios limítrofes são: Raul Soares, Caputira e Manhuaçu.

A principal rodovia federal de acesso ao município de Vermelho Novo é a BR-116 e a principal rodovia estadual é a MG-329 (figura 6). Em relação à distância entre os grandes centros, considerando o menor trajeto em rodovias federais ou estaduais, encontra-se a 269 km de Belo Horizonte, 445 km do Rio de Janeiro, 760 km de São Paulo, 996 km de Brasília e 291 km de Vitória.

O município de Vermelho Novo conta com uma malha viária de 4,98 km de vias pavimentadas, calculada por meio de Sistema de Informações Geográficas (SIG). No ano de 2012, Vermelho Novo tinha uma frota com 629 automóveis, 87 caminhões, 1.075 motocicletas e 21 ônibus (IBGE).

**Figura 6 – Localização de Vermelho Novo – MG**



Fonte: Google Maps, 2019

A companhia responsável por distribuir energia elétrica aos domicílios de Vermelho Novo é a Companhia Energética de Minas Gerais (CEMIG). Segundo o Censo 2010, 1.452 residências recebem os serviços prestados pela concessionária, enquanto 3 não recebem o mesmo atendimento.

No que se refere à habitação, considerando tanto a zona urbana quanto a rural, Vermelho Novo tem 1.753 domicílios, sendo 1.751 particulares e 2 coletivos. Destaca-se que domicílios coletivos, segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), são instituições ou estabelecimentos onde a relação entre as pessoas que nele se encontravam, moradoras ou não, na data de referência, era restrita a normas de subordinação administrativa, podendo ser habitada ou não.

#### 2.6.2. Características Socioeconômicas

De acordo com dados do Censo de 2010, a população total de Vermelho Novo é de 4.689 habitantes, sendo 1.852 habitantes residentes na área urbana e 2.837 habitantes na área rural, ou seja, 60% do total reside na área rural. O município emancipou-se de Raul Soares no ano de 1995, portanto, os registros censitários de Vermelho Novo foram realizados somente nos anos 2000 e 2010.

Nesse pequeno intervalo, observa-se crescimento da população urbana e redução da população rural. Destaca-se que há tendência de estabilização da população rural em função da exiguidade de rendimento ou oportunidade de emprego, levando ao aumento da população urbana.

Em relação às características demográficas de Vermelho Novo, as mulheres constituem 48% dos 4.689 habitantes do município. A maior parte da população, de ambos os sexos, é composta por pessoas da faixa etária entre 30 e 60 anos que representa 39% da população.

O valor do rendimento nominal médio mensal per capita dos domicílios demonstra a capacidade de aquisição de bens e serviços dos moradores do domicílio. Esse valor é importante como referência para verificar se a população tem capacidade de arcar com custos dos serviços de saneamento. O grau de desenvolvimento econômico e as principais atividades por setor constituem a forma pela qual vive a população local e regional

A economia do município está baseada especialmente no setor de serviços (setor terciário) e agropecuária e agricultura como demonstrado na figura 7 (setor primário), tendo a indústria (setor secundário) uma menor participação no valor adicionado total do município, conforme dados constantes no site do IBGE.

**Figura 7 – Agricultura Vermelhense**



Fonte: Autores, 2019

De acordo com dados publicados pelo IBGE (2011), o município tem 41% de seu valor adicionado proveniente da agropecuária, 9% proveniente da indústria, 48% proveniente de serviços e 2% proveniente de impostos.

Segundo dados disponibilizados pelo IBGE (2012), Vermelho Novo tem quatro centros educacionais, sendo uma escola de nível pré-escolar, duas escolas de nível fundamental e uma escola de nível médio.

Segundo informações do Censo 2010 (IBGE), a parcela da população alfabetizada é de 3.827, enquanto a de analfabetos é de 862 habitantes.

Vermelho Novo conta com apenas um estabelecimento de saúde, sendo ele público. Além do ponto de atendimento, o município conta também com especialidades como: Enfermagem, Farmácia, Fisioterapia, Medicina, Pediatria, Clínica Médica, Ginecologia, Odontologia, Fonoaudiologia, Psicologia e Nutricionista.

### 3. METODOLOGIA

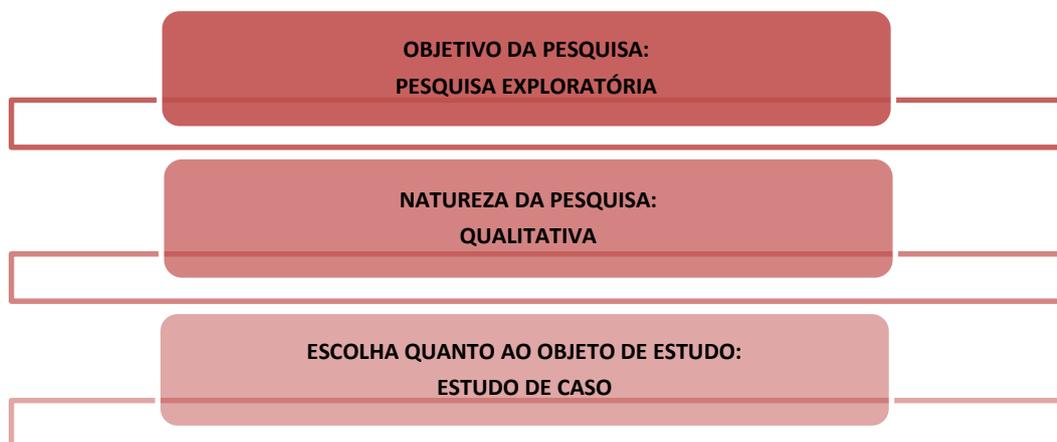
#### 3.1. CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

Uma pesquisa pode ter várias formas de ser classificada, dessa forma é imprescindível que se defina o critério de pesquisa. Como aponta Gil (2010), ela pode ser classificada segundo a área de conhecimento, a finalidade, o nível de explicação e os métodos adotados (GIL, 2010, pg. 1).

No que tange a finalidade, pode-se classificar o presente trabalho como uma pesquisa aplicada que, segundo Gil (2010), se configura como “pesquisa voltada à aquisição de conhecimento com vistas à aplicação numa situação específica”. Tomando como base o objetivo do estudo, o presente artigo pode ser classificado como uma pesquisa exploratória que, conforme aponta Gil (2010) “tem como propósito proporcionar maior familiaridade com o problema com vista a torná-lo mais explícito ou construir hipóteses”.

Optou-se pela metodologia de estudo de caso dentro do estudo realizado a respeito da Estação de Tratamento de Esgoto no Município de Vermelho, pois através desse tipo de estudo é possível a visualização macro da situação. Tem-se que o estudo de caso surge como um agente de compreensão dos fenômenos sociais complexos, ou seja, realiza uma investigação. A figura 8, Fluxograma da Classificação de pesquisa, sintetiza o processo de classificação, segundo os critérios adotados.

**Figura 8 – Fluxograma da Classificação de pesquisa**



Fonte: Elaborada pelos Autores, 2019

Na pesquisa do tipo estudo de caso, é importante entender que sua estratégia, conforme aponta Martins e Theóphilo (2009) necessita de uma avaliação qualitativa que deve descrever, compreender e interpretar os fatos e os fenômenos.

Segundo Yin (2001) a metodologia de estudo de caso representa a estratégia preferida quando se colocam questões do tipo 'como' e 'por que', quando o pesquisador tem pouco controle sobre os acontecimentos e quando o foco se encontra em fenômenos contemporâneos inseridos em algum contexto da vida real.

O mesmo autor afirma que o estudo de caso possibilita estudar um determinado assunto em seu ambiente natural, aprendendo sobre o estado da arte e gerando teorias a partir da prática, possibilitando pesquisar uma área na qual poucos estudos prévios tenham sido realizados (YIN, 2015).

As informações para a construção de um estudo de caso podem vir de várias fontes diferentes, a saber: documentos, registros em arquivo, entrevistas, observação direta, observação participante e artefatos físicos (YIN, 2015). Para a realização desse estudo buscou-se informações por meio de coleta de dados documentais. Esses documentos têm fulcro nas NBR's que regem todo o processo de construção das estações de tratamento de esgoto e das redes coletoras.

Além das NBR's e por se tratar de um empreendimento de ordem pública, também buscou-se as informações técnicas disponibilizadas pelo órgão responsável na prefeitura, além de relatórios técnicos gerados a partir das visitas in loco no empreendimento.

### 3.2. PROCEDIMENTOS DA PESQUISA

Para verificar o processo de implantação da Estação de Tratamento de Esgoto do Município de Vermelho Novo – MG, foi desenvolvida uma metodologia que compreendeu as etapas de descrição do local de estudo, descrição do objeto de estudo, levantamento de dados referentes a produção do esgoto e atualização do sistema da rede de esgoto.

Esse processo desencadeou desta forma a possibilidade de se realizar uma análise crítica da situação, que veio com a finalização do processo de coleta de dados, visitas aos locais de estudo e análise de documentos adquiridos.

### 3.2.1. Implantação dos Componentes da ETE e Análise da Rede Coletora

A análise dos componentes implantação e construção da ETE serão todos analisados e verificados conforme as normas NBR 12.209 – Projeto de estações de tratamento de esgoto sanitário. Os componentes e obras realizados no sistema de coleta de esgoto de vermelho novo serão todos analisado se estão de conforme com a NBR 9.649 – Projeto de redes coletoras de esgoto sanitário.

### 3.2.2. Processo de Gerenciamento

Afim de compreender o processo de gerenciamento da obra em estudo, buscou-se em documentos e por meio de visitas técnicas um quadro geral sobre o andamento do sistema de tratamento de esgoto.

Os documentos encontrados foram disponibilizados pela Prefeitura Municipal de Vermelho Novo em meios digitais e de forma transparente, permitindo assim uma análise mais ampla de cada etapa. As visitas técnicas foram todas realizadas com acompanhamento de um engenheiro fiscal de obra disponibilizado pela própria prefeitura.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1. PROJEÇÃO DA POPULAÇÃO

Toda demanda gerada em função dos serviços de saneamento básico é calculada em função do crescimento populacional. Assim, esse tópico aborda a projeção populacional para o município de Vermelho Novo, tendo em vista o horizonte de planejamento de 20 anos (2014-2034).

A projeção populacional para projetos de saneamento básico é um objeto de grande importância na área. A projeção populacional permite que o objeto a ser implantado tenha sua construção visando um tempo maior de vida útil atendendo com total eficiência uma determinada população.

Mesmo que se trate de uma perspectiva futura, sendo influenciado por inúmeras variáveis tais como políticas, econômicas, sociais, recursos naturais disponíveis e outras, a projeção populacional do município foi realizada de forma consistente a partir de hipóteses embasadas.

#### 4.1.1. Projeção Populacional

As taxas de crescimento tratam-se de percentuais de incremento médio anual da população onde a mesma é projetada com base nos últimos Censos Demográficos do município, planos diretores, métodos gráficos e métodos matemáticos, tais como: método aritmético e método geométrico.

Para a projeção da população optou-se pelo método de crescimento geométrico, com taxa de crescimento de 1,2% a.a. para a população urbana e -0,25% a.a. para a população rural, tomando como referência a tendência observada nos registros censitários do município e a transição da fecundidade e o padrão reprodutivo no Brasil.

Dessa forma a projeção populacional para até o ano de 2034 pode ser vista no tabela 1 a seguir. Cabendo ainda destacar que se trata da população urbana, uma vez que o sistema compreende apenas essa parcela da população.

**Tabela 1 – Projeção Populacional**

<b>Projeção Populacional</b>											
<b>Ano</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>	<b>2021</b>	<b>2022</b>	<b>2023</b>
Pop. Urbana	1919	1943	1966	1989	2013	2037	2062	2087	2112	2137	2163

<b>Ano</b>	<b>2024</b>	<b>2025</b>	<b>2026</b>	<b>2027</b>	<b>2028</b>	<b>2029</b>	<b>2030</b>	<b>2031</b>	<b>2032</b>	<b>2033</b>	<b>2034</b>
Pop. Urbana	2189	2215	2241	3368	2296	2323	2351	2379	2408	2437	2466

Fonte: Plano Municipal de Saneamento Básico de Vermelho Novo- MG, 2019

#### 4.2. SITUAÇÃO ATUAL DO ESGOTO SANITÁRIO NO MUNICÍPIO DE VERMELHO NOVO

Município composto de cerca de 4.883 habitantes, Vermelho Novo reflete um cenário atual de cidades típicas do interior, onde toda uma rede de esgoto, quando existe, ainda são sistemas ultrapassados e muitas vezes falho. Outro ponto de destaque encontra-se no processo de descarte desse esgoto que ainda é feito diretamente às margens do Rio Ribeirão Vermelho.

Esse cenário vem passando por mudanças desde o início da construção da ETE. Ao todo cerca de 70% das redes de esgoto da cidade já se encontram aptas para enfim terem seu efluente encaminhado à estação de tratamento. Segundo o engenheiro fiscal da prefeitura Sr. Elias Moreira CREA MG 182486, responsável pelas informações, em um prazo de dois anos toda a rede estará atualizada e modernizada.

A figura 9 a seguir demonstra bem detalhadamente as ruas que necessitarão a necessidade de se implantar novas redes, devido ao fato de que estas tem em sua parte que faz limite com o Ribeirão Vermelho a falta de um sistema de esgoto para captar o efluente gerado, assim desejando o mesmo diretamente ao corpo d'água do rio em questão.

Vale ressaltar que todo o processo de implantação e de estudo das redes de captação de Vermelho Novo foram desenvolvidas segundo a prefeitura municipal seguindo todo o processo abordadas na NBR 9.649, norma que determina os parâmetros para sistemas de rede coletora de esgotos.

**Figura 9 – Localização das Novas Redes**



Fonte: Adaptada Google Earth, 2019

O quadro 1 a seguir demonstra quais são os locais onde houve a necessidade de estudos que almejassem identificar as dimensões das tubulações de esgoto, analisando se estas são aptas a interligação da sua rede até a rede principal que transportara o esgoto até a ETE.

O sistema de coleta dessas ruas são em sua maioria indisponíveis de projeto, isso devido ao fato de que estas foram implantadas a muitos anos, sem um dimensionamento correto e nenhum projeto correspondente. O trabalho da prefeitura no entanto foi apenas analisar a dimensão da tubulação de esgoto dessas ruas, verificando se esses tubos estão nas dimensões ideais como aponta a NBR 9.649, Projeto de Redes Coletoras de Esgoto. Segundo esta norma a dimensão mínima utilizada nesses casos são tubos de diâmetro de 150mm.

A respeito da tubulação, é interessante destacar que a COPASA recomenda a utilização de diâmetro mínimo de 200mm nesses casos, no entanto como em Vermelho Novo o órgão que rege o sistema de tratamento de esgoto é SAAE, portanto o diâmetro de 150mm é aceitável, isso devido que a empresa utilizasse das informações contidas na norma acima referenciada.

**Quadro 1 – Ruas a atualizar o sistema de coleta**

Rua Candido Goncalves Vieira
Rua Paulo Lopes
Rua Raimundo Anacleto
Rua Juventino Antunes
Rua padre MANAOEL MOREIRA

Fonte: Prefeitura Municipal de Vermelho Novo – MG, 2019

As demais ruas da cidade segundo a prefeitura possuem a dimensões mínimas especificadas na norma, portanto não se tornando necessário nenhum estudo para sua identificação ou mesmo atualização.

#### 4.3. GERENCIAMENTO DO PROJETO DE IMPLANTAÇÃO E MANUTENÇÃO

O processo de gerenciamento de um projeto de construção em qualquer área requer um planejamento amplo, com vista a todas as etapas. Visa também se precaver aos possíveis percalços que podem surgir com as devidas correções necessárias ou demandadas durante o desenvolvimento do projeto

A que diz respeito do processo construtivo da estação de tratamento de esgoto de Vermelho Novo, segundo a prefeitura municipal por meio de seu engenheiro fiscal de fato podemos entender que não houve nenhum inconveniente no em relação a sua construção no canteiro de obras (figura 10), que foi assim tudo realizado de forma eficiente e seguindo todos os padrões estabelecidos pela norma NBR 12.208.

**Figura 10:** Canteiro de obras da ETE



Fonte: Acervo Prefeitura Municipal de Vermelho Novo, 2016

Seu processo físico e construtivo pode ser acompanhado por através de algumas imagens que estarão apresenta a seguir, fornecidas pela prefeitura municipal, destacando o todo o seu processo construtivo, demonstrando a construção de alguns componentes essenciais. Na figura 11 a seguir podemos destacar a construção do poço receptor onde está disposto o sistema de gradeamento.

**Figura 11:** Construção do Sistema de Gradeamento



Fonte: Acervo da Prefeitura Municipal, 2016

Na figura 12 a seguir temos a construção do tanque de areação, importante componente no tratamento de esgotos em uma estaca de tratamento, segundo o engenheiro fiscal da prefeitura este foi um dos componentes onde foi gasto o maior volume de concreto dentro da estação.

**Figura 12: Construção do Tanque de Areação**



Fonte: Acervo da Prefeitura Municipal, 2016

Quanto a data de início da obra podemos destaca que sua data de iniciação estava prevista em 2011, porem a obra teve realmente seu início em 2013. Adentrando mais a fundo nesse problema podemos destacar que primeiramente toda obra acaba sendo relacionada a uma gestão específica, sendo essas obras objeto de troca no cenário político. A que diz respeito ao tempo de execução da mesma, há sempre a necessidade de prolongar prazos e rever planilhas orçamentárias, mas o fator culminante foi a necessidade de alteração do local de implantação da ETE (figura13).

**Figura 13: 1º local de instalação da ETE**



Fonte: Imagem Adaptada do Google Earth, 2018

Conforme aponta o ofício gabinete 253/2013, referente ao convênio TC/PAC 0275/2011 - ETE de Vermelho Novo, em 2013 houve uma solicitação de prorrogação de vigência do convênio, justificado por várias questões, dentre elas a alteração do terreno conforme é apresentado:

- Necessidade de reduzir custos com a construção da ETE uma vez que os recursos disponíveis não eram suficientes;
  - Alto custo das obras de contenção, R\$ 227.322,57;
  - Grande volume de movimentação de terra para construção dos platôs, 3990 m<sup>3</sup>; Localização: a área onde se localizaria a ETE possui topografia acidentada e encontrava-se muito próxima a um núcleo populacional e área urbana/expansão urbana do município;
  - A necessidade de construção da Escola Estadual próximo a área da ETE (menos de 300 metros), uma vez que foi identificada a doação do terreno ao Estado para construção da Escola e que a mesma já estaria em processo de licitação, podendo a obra ser iniciada a qualquer momento;
  - Necessidade de extensão de rede elétrica que deveria ser executada com recursos próprios a um custo aproximado de R\$ 55.000,00;

- Necessidade de construção de travessia (ponte), a um custo aproximado de R\$ 80.000,00;

A aquisição do local atual da ETE (figura 14) veio logo em sequência da extensão do vínculo do convenio. Esse segundo local possuiu todas as exigências pedidas, mas o fator culminante pela escolha do determinado foi a necessidade de reaproveita os projetos já adquiridos para o primeiro local.

**Figura 14:** Local Atual da ETE



Fonte: Imagem Adaptada do Google Earth, 2018

Notoriamente percebe-se uma sequência de falhas administrativas que culminaram no atraso da execução da obra. Na análise dos pontos que serviram de atraso no processo de execução da obra, podemos destacar:

a) Localização

O primeiro local definido para a construção da ETE tratava-se de uma localização de topografia acidentada, mas o maior transtorno encontrava-se no fato dessa área estar muito próxima a um núcleo populacional e área urbana e de expansão urbana do município. Ainda dentro da localização em si, houve também a necessidade de mudança em função da construção da Escola Estadual próximo a área da ETE, estando essa a menos de 300 metros da ETE, uma vez que foi

identificada a doação do terreno ao Estado para construção da Escola e que a mesma já estaria em processo de licitação, podendo a obra ser iniciada a qualquer momento.

#### b) Atualização do sistema de captação do esgoto

Como já dito inicialmente, no processo de implantação da ETE também é necessário que todo o sistema de captação de esgoto da cidade passe por um processo de atualização, com o correto dimensionamento e estruturação. Em informação obtida pelo engenheiro fiscal de obras da prefeitura de Vermelho Novo cerca de 70% da rede já foi atualizada e que dentro de um prazo de dois anos todo o sistema será atualizado.

Conforme projeto, a ETE de Vermelho Novo – MG, tem capacidade de tratar cerca de 690 m<sup>3</sup> de esgoto por dia, ou o equivalente em cerca de 690000 litros por dia. Esse esgoto será tratado e jogado ao rio com uma pureza de 70%. Inicialmente abordava-se em projeto a implantação de um filtro anaeróbico que conseguiu realizar pureza da do esgoto em 90%, no entanto devido alteração de local da ETE, como uma tentativa de reduzir custos foi assim retirado a construção deste filtro no local.

#### 4.4. SITUAÇÃO ATUAL DA ETE

A Estação de Tratamento teve sua conclusão em 2016, no entanto a mesma tem sua inauguração prevista em um tempo máximo de 2 anos, após a conclusão das obras na rede. Falhas no processo de gerenciamento, como atraso da entrega da obra geram custos diretos com necessidade de manutenção constante no sistema, mesmo que não esteja em funcionamento.

Até a data de inauguração da estação todos os custos que dizem respeito a segurança e manutenção são de inteira responsabilidade da prefeitura de Vermelho Novo, a partir da data de inauguração essas responsabilidades são do SAAE, que com seu funcionamento irá realizar um pequeno ajuste nas faturas de água repassadas a população para gerir com as despesas provenientes da ETE.

Quanto a questão de segurança podemos destacar que a ETE que se situa cerca de 3km de Vermelho Novo, possui como meio de proteção a possível invasão apenas uma cerca de arame farpado que pode ser visto na figura 13, o que chama

bastante atenção, pois não há quase obstáculos alguns para inibir a obstrução de vândalos que possam a vir tentar invadir a estação.

**Figura 15:** Cerca de Arame farpado na Estação



Fonte: Autores, 2019

Para além desses custos também cabe destacar todo o esgoto que poderia estar passando por processo de tratamento. A equação 1 a seguir demonstra a quantidade de esgoto que é produzido pela população Vermelhense durante um dia:

$$Q_{\text{méd}} = P * q$$

$$Q_{\text{méd}} = 1852 * 160 \text{ L.hab}^{-1}.\text{dia}^{-1}$$

$$Q_{\text{méd}} = 296.320 \text{ m}^3 \text{ ao dia}$$

Equação 1

Onde temos:

Q méd: volume médio de esgoto produzido

P: Número de habitantes

q: quantidade média de efluente produzido por uma pessoa

Com o volume de esgoto que é produzido pela população em um dia podemos então calcular a quantidade de esgoto que é deixado de ser tratado no período que abre

a finalização da construção da ETE até a iniciação do processo de atualização da rede coletora. Este cálculo está descrito na equação 2:

$$\begin{aligned}V &= Q_{\text{méd}} * T \\V &= 296.320 * 1095 \\V &= 324.470.40 \text{ m}^3\end{aligned}$$

Equação 2

Onde temos:

V: volume total de esgoto

Q méd.: volume médio de esgoto produzido

T: quantidade de dias

Logo somente no período de 2016 a 2019, foram despejados diretamente no rio Ribeirão Vermelho cerca de pouco mais 324.000 m<sup>3</sup> de esgoto, material esse que poderia ter sido totalmente tratado se a ETE estivesse em pleno funcionamento.

Em visita realizada *in loco* no dia 13 de maio também foi possível observar que estação possui seus equipamentos de funcionamento bem acabados, nas imagens a seguir podemos observar alguns dos equipamentos cruciais para seu funcionamento. Na figura 16 podemos observar a calha de pascal, que ajuda a conduzir a água até o processo.

**Figura 16:** Calha de pascal



Fonte: Autores, 2019

Em sequência podemos observa o componente utilizado para a limpeza dos plásticos, pets papel e toda a matéria orgânica de maior dimensão, a grade, este sistema de gradeamento (figura17) é a primeira barreira de contenção para reter esses sólidos.

**Figura 17:** Sistema de Gradeamento



Fonte: Autores, 2019

Na figura a seguir podemos observa a caixa de distribuição da estação, esta é a responsável pelo funcionamento de todos os componentes elétricos da estação, dentre eles podemos destacar as bombas e motores que necessitam de um uso considerável de energia para seu funcionamento, devido à alta capacidade e potência.

**Figura 18:** Caixa de Distribuição da ETE



Fonte: Autores, 2019

## 5. CONCLUSÃO

Esta pesquisa se propôs a analisar implantação da Estação de Tratamento de Esgoto na cidade de Vermelho Novo – MG. Também se propôs uma análise do quadro atual do sistema de esgoto sanitário no município afim de compreender seu processo de interligação com a ETE. Além dessas análises houve também um estudo do processo de gerenciamento do projeto de implantação e manutenção da ETE.

Inicialmente buscou-se verificar junto à prefeitura de Vermelho Novo, mais precisamente no setor de obras e infraestruturas, o andamento do processo de implantação por meio dos documentos disponíveis. De posse desses documentos foi possível analisar desde o processo licitatório até o projeto de atualização da rede coletora.

Posterior à análise desses documentos foram feitas visitas técnicas acompanhadas do engenheiro Elias Moreira Fonseca que respondeu prontamente aos questionamentos surgidos durante às visitas. Houve também vários registros por meio de fotos.

Assim, no processo de conclusão desse, podemos verificar que vários impedimentos surgiram durante a primeira fase, havendo então a necessidade de prorrogação da licitação. Inicialmente houve mudança na localização da construção da ETE em função da proximidade com uma área destinada à construção de uma escola.

Outro transtorno surgiu da necessidade de atualização do sistema coletor do esgoto sanitário, onde houve a necessidade refazer parte do sistema de esgoto de toda a cidade. As consequências desses atrasos refletiram diretamente no custo da obra que teve novamente que passar por processo de dilatação de contrato.

Apesar de já se encontrar na fase final de atualização da rede da cidade, interligando a Estação de Tratamento de Esgoto – ETE, foi informado pelo engenheiro responsável que serão necessários cerca de dois anos para o completo funcionamento.

Chama ainda a atenção o fato de já se ter concluído a construção da ETE. A mesmo se encontra em plenas condições de funcionamento, já necessitando inclusive de reparos em determinados pontos, mesmo ainda não estando sendo utilizado. O que ocorre em função da exposição que a mesma se encontra.

Há de se destacar que o longo período entre a fase de liberação para construção (2014) e o pleno funcionamento (2021 previsto). Durante todo esse período todo o esgoto que poderia ser tratado será descartado erroneamente direto nos rios, córregos e lagos.

Quando se analisa a capacidade de tratamento de esgoto da ETE podemos constatar que a estação está apta a tratar todo o esgoto produzido pela população Vermelhense com em um período inclusive maior do que o estipulado (2034). Esta análise pode ser feita através do método de projeção populacional em vista que a população de vermelho novo em 2034 terá quantidade de esgoto produzida por dia muito abaixo da quantidade que ETE está apta a tratar.

Quando se analisa a capacidade de tratamento de esgoto da ETE, vê-se que a mesma possível capacidade para atender a população, inclusive dentro da projeção de crescimento populacional.

Tangenciando a gerência, é possível observar que faltou um grande sincronismo nas etapas de construção, onde se tem uma ETE que ficará, ao todo cerca de três anos em desuso e pronta, distante do processo de coleta desse esgoto para seu posterior tratamento. Ou seja, mesmo a ETE estando pronta para uso, terá que aguardar finalizar e interligação em toda a rede de coleta do município.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDREOLI, C. V.; VON SPERLING, M.; FERNANDES, F. (Org.). **Lodo de esgotos: tratamento e disposição final**. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, UFMG; Curitiba: SANEPAR, 484 p. (Princípios do tratamento biológico de águas residuárias, v. 6). 2001.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 9649: **Projeto de redes coletoras de esgoto sanitário**. Rio de Janeiro, 1986.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 122209: Projeto de estações de tratamento de esgoto sanitário. Rio de Janeiro, 1992.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 13969: **Tanques sépticos - Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos - Projeto, construção e operação**. Rio de Janeiro, 1998.

BARTH, F.T. **Aspectos Institucionais do Gerenciamento de Recursos Hídricos**. In: REBOUÇAS, A.C. et al. (Org.) **Águas Doces No Brasil: Capital Ecológico, Uso e Conservação**. 2.ed. São Paulo: Escrituras Editora, 2002.p.563-597.

BRASIL. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos - 2017**. Brasília, 2019.

BRASIL. **COMITÊ DE BACIAS HIDROGRÁFICAS. CBH da Baía de Guanabara**. Disponível em: <<http://www.comitebaiadeguanabara.org.br/>>. Acesso em: 20 mar. 2019.

BRITTO, Evandro Rodrigues. **História Do Tratamento De Esgotos Do Estado Do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro: Lp - Books, 2015.

BUTLER, David; DAVIES, John W.. **Urban Drainage**. 2. Ed. Londres: Spon Press, 2000.

CARVALHO, A. I. **Da saúde pública às políticas saudáveis: saúde e cidadania na pós – modernidade**. Ci. Saúde Coletiva, Rio de Janeiro, v. 1, n. 1, p. 104-121, 1996.

CÂMARA, V.M. **Epidemiologia e ambiente**. In: MEDRONHO, R.A. et al. **Epidemiologia**. São Paulo: Atheneu, 2003. cap. 25, p.371-384.

CUPERTINO, Kátia Cristina. SALES, Carolina Maria Rodrigues. Aplicação do Sistema de Aproveitamento de Águas Pluviais no Centro Municipal de atenção primária na cidade de Engenheiro Caldas-MG. 2018. 23 f. Trabalho de Conclusão de Curso - Faculdades Doctum de Caratinga, Caratinga 2019.

DIAS, Monique Sandra Oliveira. **Sistema de esgotamento sanitário no município Belém: proposta de concepção para universalização do atendimento até 2030.** 2009. 175 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Pará, Belém, 2009.

EMBRAPA: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Pesquisadores analisam a questão do nitrogênio na utilização de lodo de esgoto na agricultura.** Disponível em <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/2454259/pesquisadores-analisam-a-questao-do-nitrogenio-na-utilizacao-de-lodo-de-egoto-na-agricultura>. Acesso 30 maio 2019.

Fernandes, V. M. C. **Reuso de água no Brasil.** Revista Hydro, 2011. Disponível em <http://www.arandanet.com.br/assets/revistas/hydro/2011/novembro/index.php>. Acesso em 28 maio 2019.

GIL, Antonio Carlos. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa.** 5ª ed. São Paulo: Atlas, 2010.

JORDÃO, E. P.; PESSOA, C. A. **Tratamento de esgotos domésticos.** Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária – ABES, 1995. 681p.

MARTINS, G.A.; THEÓPHILO, C.R. **Metodologia da investigação científica para ciências sociais aplicadas.** 2.ed. São Paulo: Atlas, 2009.

METCALF & EDDY, INC. **Wastewater engineering treatment, disposal and reuse.** 4th ed. Boston: McGraw-Hill, 1819 p. (McGraw-Hill series in civil and environmental engineering). c2003.

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. p. 77-87, 96-103.

MORAES, D. S. L.; JORDÃO, B. Q. **Degradação de recursos e seus efeitos sobre a saúde humana.** Rev. Saúde Pública, v..36, n. 3, p.370-374, 2002.

MOTTA, S. **Saneamento**. In: Rouquayrol, M.Z. Epidemiologia & Saúde. 4.ed. Rio de Janeiro: MEDS, 1993, Cap.12, p.343-364.

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. p. 545-552.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE (OMS). **Constituição da Organização Mundial da Saúde (OMS/WHO) - 1946**. Disponível em: <<http://www.direitoshumanos.usp.br/index.php/OMS-Organiza%C3%A7%C3%A3o-Mundial-da-Sa%C3%BAde/constituicao-da-organizacao-mundial-da-saude-omswho.html>>. Acesso em: 18 abr 2019.

Cassini, S. T. **Digestão de resíduos sólidos orgânicos e aproveitamento do biogás**. PROSAB, p. 121 – 161,2009.

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 , n. 4, p. 388-394, 2004.

SABESP - **Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo**. Diretoria de Tecnologia, Empreendimentos e Meio Ambiente. Superintendência de Pesquisa, Desenvolvimento Tecnológico e Inovação. Departamento de Acervo e Normalização Técnica. 2019.

SEROA DA MOTTA, R.; MENDES, A. P.; MENDES, F. E.; YOUNG, C. E. F. **Perdas e serviços ambientais do recurso água para o uso doméstico. Pesquisa e Planejamento Econômico**. Rio de Janeiro, v. 24, n.1, p. 35-72, 1994.

SILVA, F. C. **Saneamento do ambiente saúde e ambiente**. Disponível em:[http://www.saudepublica.web.pt/5%20Saúde%Ambiental/Ambiente/saneamento\\_ambiente.htm](http://www.saudepublica.web.pt/5%20Saúde%Ambiental/Ambiente/saneamento_ambiente.htm). Acesso em: 22 maio. 2019.

TSUTIYA, Milton Tomoyuki; SOBRINHO, Pedro Além. **Coleta e Transporte de Esgoto Sanitário**. 3. Ed. Rio de Janeiro: Abes, 2011.

UNITED NATIONS. **Every dollar invested in water, sanitation brings four-fold return in costs**. 2014. Disponível em: <<https://news.un.org/en/story/2014/11/484032-every-dollar-invested-water-sanitation-brings-four-fold-return-costs-un#>>. Acesso em: 08 mar. 2019.

VIEL, R. **Estudo do funcionamento da Estação de Tratamento de Esgotos do Campus da Fundação Oswaldo Cruz**. 1994. 54 f. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública) – Faculdade Oswaldo Cruz, Fiocruz, Rio de Janeiro, 1994.

VON SPERLING, Marcos. **Princípios do tratamento biológico de águas residuárias**. 2. ed. Belo Horizonte: UFMG/DESA, 1996.

YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.

WEBBER, M.D.; SHAMESS, A. **Land utilization of sewage sludge: a discussion paper**. Toronto: Expert Committee on Soil and Water Management, 1984. 48p.