



UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO
ESCOLA DE MINAS
CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL



Letícia Guimarães Pereira

**O TRATAMENTO DE ESGOTO EM OURO PRETO: ASPECTOS HISTÓRICOS
E TÉCNICOS DOS SÉCULOS XIX AO XXI**

TRABALHO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AMBIENTAL

Ouro Preto, 2018

Letícia Guimarães Pereira

**O TRATAMENTO DE ESGOTO EM OURO PRETO: ASPECTOS HISTÓRICOS
E TÉCNICOS DOS SÉCULOS XIX AO XXI**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Universidade Federal de Ouro Preto como requisito
parcial para obtenção do título de Bacharel em
Engenharia Ambiental.

Orientador: José Francisco do Prado Filho

Ouro Preto, Julho de 2018

P436h Pereira, Leticia Guimarães.
O tratamento de esgoto em Ouro Preto, MG [manuscrito]: aspectos históricos e técnicos dos séculos XIX ao XXI / Leticia Guimarães Pereira. - 2018.

95f.: il.: color; grafs; tabs; mapas.

Orientador: Prof. Dr. José Francisco Prado Filho.

Monografia (Graduação). Universidade Federal de Ouro Preto. Escola de Minas. Departamento de Engenharia Ambiental.

1. Ouro Preto (MG). 2. Saneamento básico. 3. Tratamento de esgoto. I. Prado Filho, José Francisco. II. Universidade Federal de Ouro Preto. III. Título.

CDU: 504

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E DO DESPORTO
Universidade Federal de Ouro Preto - Escola de Minas
Colegiado do Curso de Engenharia Ambiental – CEAMB
Campus Universitário Morro do Cruzeiro - S/N – CEP: 35400-000 Ouro Preto – MG
Brasil – Tel.: (31) 3559.1542 – e-mail: ceamb@em.ufop.br

Folha de Aprovação

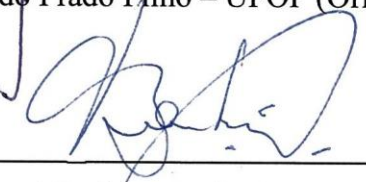
Letícia Guimarães Pereira

O TRATAMENTO DE ESGOTO EM OURO PRETO: ASPECTOS HISTÓRICOS E TÉCNICOS DOS SÉCULOS XIX AO XXI

Trabalho de Conclusão de Curso defendida e aprovada em 09/07/2018 pela comissão avaliadora constituída pelos professores:



José Francisco do Prado Filho – UFOP (Orientador)



Antenor Rodrigues Barbosa Junior (Secretário de Meio Ambiente de Ouro Preto/MG)



Aníbal da Fonseca Santiago (UFOP)

Campus Universitário Morro do Cruzeiro - S/N – CEP: 35400-000 Ouro Preto – MG
Brasil – Tel.: (31) 3559.1542 – e-mail: ceamb@em.ufop.br

DEDICATÓRIA

Ao município de Ouro Preto, almejando que a presente pesquisa se torne um auxílio às propostas de saneamento ambiental ouropretano, principalmente as relacionadas ao tratamento de esgoto.

AGRADECIMENTOS

Ao professor Dr. José Francisco do Prado Filho, pela orientação, incentivo e confiança. Ao professor Dr. Aníbal Santiago, pelas sugestões e disponibilidade. Ao professor Dr. Alberto Fonseca, pelas críticas e conversas. Ao professor Dr. Antenor Barbosa, pela atenção e carinho de sempre. Ao Luciano Pereira, do SEMAE, pelas informações prestadas. Ao ex-vereador e ex-vice-prefeito, Flávio Andrade, pela valiosa conversa. Às funcionárias do Arquivo Público Municipal de Ouro Preto, pela paciência.

Aos meus pais e meu irmão, por serem minha inspiração. À Bianca e à Gabi, pela motivação diária, e por acreditarem em mim. À Luisa, Amanda, Luiza, Taynara, e Vanessa, por me incentivarem a cada dia. Aos meus amigos do PET Ambiental, por sempre me darem força para continuar, em especial, Nathália, Tamires, Deborah, Kesia e Camilla. À Engenharia Ambiental, por me entusiasmar. A Deus, por sempre me guiar.

“A menos que modifiquemos nossa maneira de pensar, não seremos capazes de resolver os problemas causados pela forma como nos acostumamos a ver o mundo”.

Albert Einstein

RESUMO

Ouro Preto (MG) é um município caracterizado por possuir riquezas históricas, sendo suas principais atrações, as igrejas, chafarizes, museus, além de deter de belíssimos cenários ambientais, que acabam sendo esquecidos diante da cultura arquitetônica. A cidade foi a primeira capital do estado e palco do reinado de Dom Pedro II, sendo designada como Imperial Cidade de Ouro Preto. Nesta época, na década de 1880, final do século XIX, em que pouco se discutia sobre questões ambientais, Ouro Preto foi a primeira cidade mineira a receber uma Estação de Tratamento de Esgoto, na época denominada de tanques de desinfecção. Entretanto, no ano de 2018, século XXI, em que as questões ambientais e sanitárias dominam discussões de caráter global, Ouro Preto (MG) destina mais de 99% do seu esgoto nos corpos d'água locais sem nenhum tipo de tratamento. Este é um fato singular e o presente trabalho pretende investigar toda a história do esgotamento sanitário de Ouro Preto (MG), desde o século XIX em que havia o tratamento do esgoto sanitário, até a atualmente, em que apenas o distrito de São Bartolomeu realiza algum tipo de tratamento, contabilizando apenas 0,4% de esgoto tratado para o município, abrangendo aspectos ambientais, técnicos e históricos. Espera-se que o trabalho sirva como um apoio as futuras ações relacionadas a destinação do esgoto sanitário local, assim como, sirva como um complemento ao Plano Municipal de Saneamento Básico que apresenta fragilidades no âmbito de esgotamento sanitário.

Palavras chaves: Ouro Preto (MG), saneamento básico, tratamento de esgoto.

ABSTRACT

Ouro Preto (MG) is a municipality characterized by its historical richness, with its main attractions, churches, fountains, museums, as well as of beautiful environmental scenarios that are forgotten by the architectural culture. The city was the first capital of the state and stage of the reign of Dom Pedro II, being designated Imperial City of Ouro Preto. At that time, in the 1880s, at the end of the 19th century, when little was discussed about environmental issues, Ouro Preto went to the first Minas Gerais city to receive a Wasterwater Treatment Station, at the time called disinfection tanks. However, in the year 2018, in the 21st century, where environmental and sanitary issues dominate global discussions, Ouro Preto (MG) allocates more than 99% of its sewage to local bodies of water without any type of treatment. This is a singular fact and the present work intends to investigate the whole history of the sanitary sewage of Ouro Preto (MG), from the 19th century in which there was the treatment of sanitary sewage, until today, in which only the district of São Bartolomeu performs some treatment, accounting for only 0,4% of sewage treated for the municipality, covering environmental, technical and historical aspects. It is hoped that the work will serve as a support to the future actions related to the destination of the local sanitary sewage, as well as, serve as a complement to the Municipal Plan of Basic Sanitation that presents fragilities in the scope of system wastewater

Keywords: Ouro Preto (MG), basic sanitation, wastewater treatment.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABRELPE	Ass. Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais
ARSAE	Agência Reguladora de Serviços de Abastecimento de Água e de Esgotamento Sanitário do Estado de Minas Gerais
CBH	Comitê de Bacia Hidrográfica
COMAG	Companhia Mineira de Água e Esgoto
COMUSA	Conselho Municipal de Saneamento
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
COPAM	Conselho Estadual de Política Ambiental
COPASA	Companhia de Saneamento de Minas Gerais
DAE	Departamento de Águas e Esgoto
DBO	Demanda Bioquímica de Oxigênio
DN	Deliberação Normativa
DNIT	Departamento Nacional de Infraestrutura e Transportes
EEF	Estação Elevatória Final de Esgoto
ETE	Estação de Tratamento de Esgotos
FEAM	Fundação Estadual do Meio Ambiente
FUNASA	Fundação Nacional de Saúde
FJP	Fundação João Pinheiro
GTI	Grupo de Trabalho Intergovernamental
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IFMG	Instituto Federal de Minas Gerais
IGAM	Instituto Mineiro de Gestão das Águas
IQUES	Índice de Qualidade dos Serviços de Esgotamento Sanitário
ISA	Índice de Salubridade Ambiental
MG	Minas Gerais

OMS	Organização Mundial da Saúde
ONU	Organização das Nações Unidas
OP	Ouro Preto
PESB	Plano Estadual de Saneamento Básico
PLANASA	Plano Nacional do Saneamento
PMSB	Plano Municipal de Saneamento Básico
PNRS	Política Nacional de Resíduos Sólidos
RCA	Relatório de Controle Ambiental
SAAE	Serviço Autônomo de Água e Esgoto
SEMAD	Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável -
SEMAE	Serviço Municipal de Água e Esgoto de Ouro Preto
SEMMA	Secretaria Municipal de Meio Ambiente
SNIS	Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento
SPHAN	Serviço do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional
TBO	Tarifa Básica Operacional
UASB	Upflow Anaerobic Sludge Blanket
UFOP	Universidade Federal de Ouro Preto
UNESCO	Org. das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura
UV	Ultra-Violeta
WHO	World Health Organization

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Esquema do tratamento de água convencional.....	22
Figura 2: Esquema de esgotamento sanitário com ETE.....	25
Figura 3: Linha do tempo das principais técnicas de tratamento de esgoto	36
Figura 4: Localização do município de Ouro Preto em Minas Gerais	44
Figura 5: Distritos do município de Ouro Preto - MG.....	46
Figura 6: Tijolos do Rio de Janeiro utilizados no Tanque de Desinfecção da Barra. 52	
Figura 7: Tubulação principal do século XIX.....	53
Figura 8: Mapa de Ouro Preto com o sistema de esgoto, água e iluminação	54
Figura 9: Caixa de mistura/ desinfecção.....	56
Figura 10: Lançamento de esgoto diretamente nos cursos d'água	65
Figura 11: Situação da ETE Osso de Boi.....	72
Figura 12: ETE São Bartolomeu	73
Figura 13: ETE Samarco	75
Figura 14: Linha do tempo que retrata o “retrocesso” do sistema de esgotamento de Ouro Preto.....	81

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Situação dos municípios mineiros em relação ao tratamento de esgoto ..	40
Gráfico 2: Panorama das ETEs no estado de Minas Gerais.....	41
Gráfico 3: Evolução do tratamento de esgoto em Minas Gerais.....	41
Gráfico 4: IQES – Ouro Preto	79

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Principais agentes poluidores das águas oriundos de esgoto doméstico.	31
Quadro 2: Doenças relacionadas com as fezes	32
Quadro 3: Principais técnicas de tratamento de esgoto.....	33

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Serviço de abastecimento de água tratada por regiões brasileiras.....	23
Tabela 2: Serviço de coleta e tratamento de esgoto nas regiões brasileiras	26
Tabela 3: Índice de abrangência de coleta de RSU por regiões brasileiras.....	27
Tabela 5: Etapas de Implantação	68
Tabela 6: Faixas de classificação para IQES	79

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	15
1.1	JUSTIFICATIVA	17
1.2	OBJETIVOS	18
1.2.1	Objetivo Geral.....	18
1.2.2	Objetivo Específico	18
2.	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	19
2.1	Saneamento básico.....	19
2.1.1	Abastecimento de água potável.....	20
2.1.2	Esgotamento sanitário	24
2.1.3	Limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos	26
2.1.4	Drenagem urbana	27
2.2	Aspectos históricos do saneamento no Brasil	28
2.3	As principais técnicas de tratamento de esgoto com seus aspectos históricos e os problemas relacionados à falta desse tratamento	30
2.4	Panorama da situação do tratamento de esgoto em Minas Gerais	36
3.	METODOLOGIA.....	43
3.1	Área de estudo – O município de Ouro Preto (MG)	43
3.2	Pesquisa bibliográfica.....	46
3.2.1	Identificação das fontes	47
3.2.2	Localização das fontes	47
3.2.3	Organização lógica do assunto e redação do texto.....	47
3.3	Pesquisa documental	47
3.3.1	Identificação das fontes	48
3.3.2	Localização das fontes e obtenção do material	48
3.3.3	Tratamento de dados.....	49
3.3.4	Construção lógica e redação do trabalho.....	49
4.	RESULTADOS E DISCUSSÕES	50
4.1	Aspectos históricos, políticos e técnicos do século XIX.....	50
4.2	Aspectos históricos, políticos e técnicos do século XX.....	58
4.3	Aspectos históricos, políticos e técnicos do século XXI.....	61
4.3.1	Criação do SEMAE – OP.....	62

4.3.2	Projeto de um novo sistema de esgotamento sanitário para a cidade de Ouro Preto – MG: redes coletoras separadoras, interceptores, elevatória e ETE Osso de Boi.....	64
4.3.2.1	Rede coletora	66
4.3.2.2	Interceptores.....	67
4.3.2.3	Estação elevatória	68
4.3.2.4	Estação de tratamento de esgoto – ETE Osso de Boi	68
4.3.3	ETE São Bartolomeu	72
4.3.4	ETE Samarco – Antônio Pereira	73
4.3.5	Biodigestores de Miguel Burnier	75
4.3.6	Plano Municipal de Saneamento Básico.....	75
4.3.7	Projetos de sistemas de tratamento de esgoto no município de Ouro Preto	76
4.4	A situação do esgotamento sanitário, em 2018, no município de Ouro Preto – MG.....	77
4.5	Perspectivas futuras para o município de Ouro Preto – MG.....	80
5.	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	81
	REFERÊNCIAS	83
	ANEXOS	91

1. INTRODUÇÃO

Muito se estuda e discute sobre as questões de saneamento básico no Brasil, são diversos tipos de literatura no assunto, entretanto, o que é assegurado pela Constituição Federal como um Direito Fundamental e inserido como um dos Direitos Humanos pela ONU, não é assegurado, por sua totalidade, a todos os cidadãos brasileiros.

De acordo com a definição da *World Health Organization* (WHO, 2004), saneamento é 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. De outra maneira, pode ser compreendido como o conjunto de medidas adotadas em um local para melhorar a vida e a saúde dos habitantes, impedindo que fatores físicos de efeitos nocivos possam prejudicar as pessoas no seu bem-estar físico mental e social, segundo o Instituto Trata Brasil (2015).

A partir dessas definições gerais, no Brasil, o conceito de saneamento está previsto na Lei Federal nº 11.445/2007, também conhecida como “Lei do Saneamento”, na qual estabelece as diretrizes nacionais relacionadas ao saneamento, e o define como o conjunto dos serviços, infraestrutura e instalações operacionais de abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos, drenagem urbana e manejo de águas pluviais (BRASIL, 2007). Além disso, a Lei Federal nº 11.445 define que o município é o responsável pelo planejamento do saneamento básico local.

Sendo assim, torna-se evidente a importância do saneamento na qualidade de vida de uma população, implicando diretamente na promoção da saúde social. A carência de água potável e a destinação incorreta do esgoto sanitário estão amplamente relacionadas à incidência de diversas doenças relacionadas com a água. Assim como a destinação de resíduos sólidos de forma inapropriada está associada à proliferação de vetores e por consequência a disseminação de doenças. Além disso, a ausência de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas representam outro grande problema sanitário, que está ligado a inundações, e por consequência relacionado à disseminação de doenças.

O despejo irregular de esgoto sanitário, ou seja, a destinação sem tratamento nos rios, mares e lagos, apresenta-se não apenas como um problema ambiental, mas também como uma dificuldade social e de saúde pública, pelo fato de estar relacionado com a propagação de doenças, assim como, com a contaminação de águas superficiais. De acordo com dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS (2016), apenas 51,9% da população brasileira apresenta acesso à coleta de esgoto, e somente 44,9% do volume de esgoto do país recebe algum tipo de tratamento. A partir destes dados, é notável perceber que a situação sanitária da maioria dos municípios do Brasil é preocupante e precária.

Deste modo, em um primeiro momento, o presente trabalho busca investigar as questões do saneamento ambiental do município de Ouro Preto-MG, aprofundando sob a esfera do tratamento de esgoto desde o século XIX, em que o município foi contemplado com a construção e operação de uma das primeiras estações de tratamento de esgoto do país, e a pioneira em Minas Gerais, até o ano de 2018, em que o esgoto sanitário é despejado “*in natura*” nos corpos d’água locais, com exceção do distrito de São Bartolomeu, que contabiliza apenas 0,4% de esgoto tratado em Ouro Preto, segundo o Plano Municipal de Saneamento Básico de 2013 (PMSB – OP, 2013).

Devido à singularidade do fato, relacionado ao retrocesso da destinação e tratamento do esgoto sanitário, entre o século XIX em que pouco se falava sobre questões ambientais até o século XXI, em que os problemas ambientais ganham cada vez mais força e preocupação no cenário mundial, o presente trabalho busca relatar a história detalhada deste fato, no âmbito ambiental e sanitário, do município.

1.1 JUSTIFICATIVA

Ouro Preto é umas das cidades históricas mais visitadas do estado de Minas Gerais, principalmente pelo fato de deter riquezas culturais que entusiasma e atraem não apenas os brasileiros, mas turistas de diversos países. Apresenta como principais atrações, as igrejas, chafarizes, museus, minas antigas, pontes e sua arquitetura barroca singular. Pelo fato de guardar e preservar riquezas arquitetônicas, culturais e históricas, oriundas principalmente do período da extração de ouro em Minas Gerais no século XVII, Ouro Preto foi reconhecida pela *United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization* - UNESCO em 1980 como Patrimônio Cultural da Humanidade (UNESCO, 2014).

Entretanto, as questões ambientais não recebem a mesma atenção e importância como as questões históricas e culturais mencionadas acima. Para Fonseca (2004), a cidade é abordada como se fosse um palco para a evolução humana e o meio ambiente, nesse contexto, é esquecido ou tratado, simples e eventualmente, como um recurso.

Devido a estes fatos, considera-se que realizar uma pesquisa que dispõe de Ouro Preto como área de estudo, envolvendo aspectos históricos, ambientais e políticos é relevante, principalmente pelo fato do município ter iniciado o tratamento de esgoto no século XIX, e abandonado essa iniciativa quando os demais municípios estavam colocando-a em prática.

Além do mais, a fragilidade do Plano Municipal de Saneamento Básico, de 2013, na seção de esgotamento sanitário, em que pouco se detalha sobre este componente, e as poucas iniciativas do município em relação a esta esfera do saneamento, demonstram a necessidade de uma pesquisa completa e detalhada que abrange, de forma geral, grande parte da história do esgotamento sanitário de Ouro Preto-MG.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 *Objetivo Geral*

Realizar uma pesquisa aprofundada em relação à história das ações associadas ao esgotamento sanitário do município de Ouro Preto-MG, abrangendo fatos desde o século XIX até o atual contexto do município, ano de 2018.

1.2.2 *Objetivo Específico*

- Descrever o sistema de tratamento de esgoto da época do reinado de Dom Pedro II, considerando as questões de projeto e destacando sua importância para época.
- Relatar o descaso e esquecimento em relação à antiga ETE, por meio dos gestores públicos locais e pelos estudiosos da história do saneamento brasileiro.
- Analisar as tentativas, as iniciativas concretas e projetos para a implementação de um sistema de tratamento de esgoto em Ouro Preto-MG, considerando as questões no contexto técnico da engenharia.
- Fazer uma breve discussão acerca dos impactos ocasionados pela falta de tratamento do esgoto sanitário.
- Buscar com as autoridades administrativas do município de Ouro Preto-MG informações sobre as perspectivas futuras relacionadas aos projetos para o tratamento de esgoto.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Saneamento básico

O saneamento básico apresenta relação direta com a proteção e preservação do meio ambiente, dessa forma a ausência de sistemas de tratamento e redes coletoras de esgoto, assim como a falta de água potável, resultam não apenas na violação do direito ao saneamento básico do indivíduo e da comunidade como um todo, como também reflete de forma direta no direito a viver em um ambiente ecologicamente equilibrado, como é previsto pela Constituição Federal no Artigo 225:

Art. 225: Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao poder público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações (BRASIL, 1988).

De forma indireta, o assunto saneamento básico também é tratado na Política Nacional do Meio Ambiente, que é considerada um marco ambiental na história brasileira, na forma da Lei Federal nº 6.938/81, e apresenta como objetivo a preservação do meio ambiente, conforme o artigo segundo (BRASIL, 1981):

Art. 2º- A Política Nacional do Meio Ambiente tem por objetivo a preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental propícia à vida, visando assegurar, no país, condições ao desenvolvimento sócio-econômico, aos interesses da segurança nacional e à proteção da dignidade da vida humana, atendido os seguintes princípios:

I- ação governamental na manutenção do equilíbrio ecológico, considerando o meio ambiente como patrimônio público a ser necessariamente assegurado e protegido, tendo em vista o uso coletivo.

(...)

IV- proteção dos ecossistemas, com a preservação de áreas representativas;

(...)

V- controle e zoneamento das atividades potencial ou efetivamente poluidoras;

(...)

IX- proteção de áreas ameaçadas de degradação;

(...)

São diversas as legislações no Brasil que tratam de forma indireta a questão do saneamento, porém o marco legal que tange esse assunto está disposto pela Lei

Federal nº 11.445/07, também conhecida como Lei do saneamento, na qual estabelece as diretrizes nacionais do saneamento básico. A definição de saneamento passou, desde então, a ser apresentado de forma legal no âmbito nacional, a partir do artigo terceiro (BRASIL, 2007):

Art. 3º Para os efeitos desta Lei, considera-se:

I - saneamento básico: conjunto de serviços, infra-estruturas e instalações operacionais de:

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 final do lixo doméstico e do lixo originário da varrição e limpeza de logradouros e vias públicas;

d) drenagem e manejo das águas pluviais, limpeza e fiscalização preventiva das respectivas redes urbanas: conjunto de atividades, infra-estruturas 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.

Segue abaixo as especificações de cada sistema do saneamento básico, com ênfase aos sistemas de abastecimento de água potável e de esgotamento sanitário.

2.1.1 Abastecimento de água potável

A partir da definição da FUNASA (2006), o sistema público de abastecimento de água constitui-se no conjunto de obras, instalações e serviços, destinados a produzir e distribuir água a uma comunidade, em quantidade e qualidade compatíveis com a necessidade da população, para fins de consumo doméstico, serviços públicos, consumo industrial e outros usos.

A concepção de sistema de abastecimento de água por Tsutiya (2006) é entendida como o conjunto de estudos e conclusões referentes ao estabelecimento de todas

as diretrizes, parâmetros, e definições necessárias e suficientes para a caracterização completa do sistema a projetar. Dessa forma, Tsutiya (2006) define como componentes do sistema de abastecimento de água as seguintes etapas:

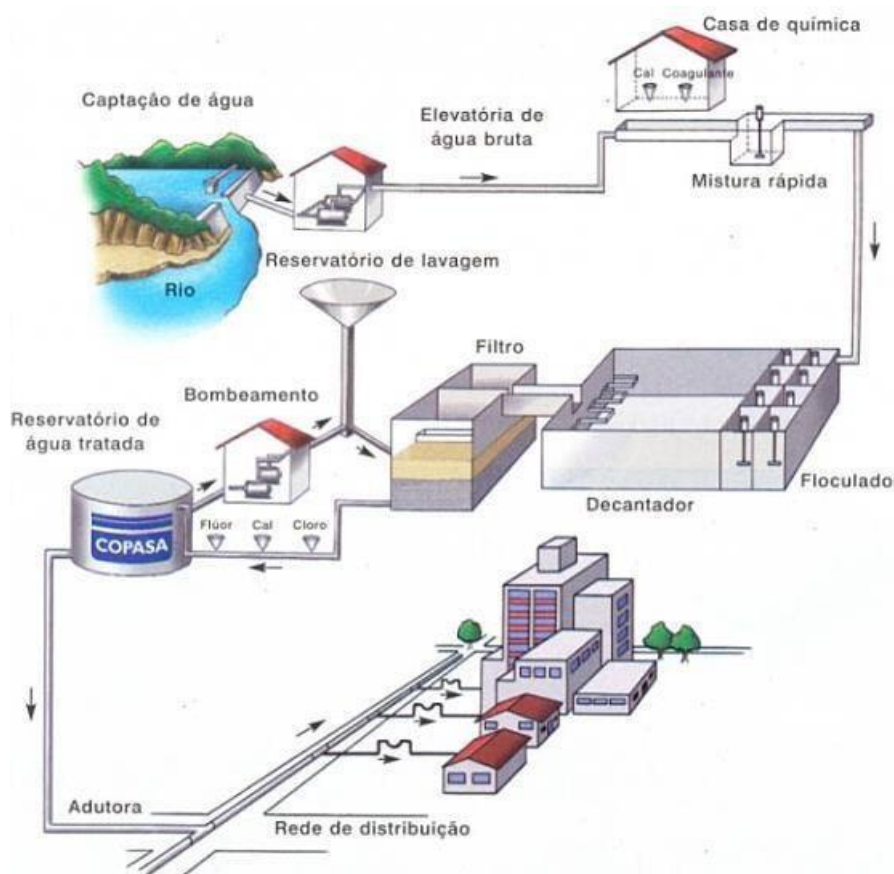
- **Manancial:** é o corpo de água superficial ou subterrâneo, de onde é retirada a água para abastecimento. Deve fornecer vazão suficiente para atender a demanda de água no período de projeto, e a qualidade dessa água deve ser adequada sob o ponto de vista sanitário.
- **Captação:** conjunto de estruturas e dispositivos, construídos ou montados junto ao manancial, para a retirada de água destinada ao sistema de abastecimento.
- **Estação elevatória:** conjunto de obras e equipamentos destinados a recalcar água para a unidade seguinte. Em sistemas de abastecimento de água, geralmente há várias estações elevatórias, tanto para o recalque de água bruta, como para o recalque de água tratada.
- **Adução:** canalização que se destina a conduzir água entre as unidades que precedem a rede de distribuição. Não distribuem a água aos consumidores, mas podem existir as derivações que são as sub-adoras.
- **Estação de tratamento de água:** conjunto de unidades destinado a tratar a água de modo a adequar as características aos padrões de potabilidade.
- **Reservatório:** é o elemento do sistema de distribuição de água destinado a regularizar as variações entre as vazões de adução e de distribuição e condicionar as pressões na rede de distribuição.
- **Rede de distribuição:** parte do sistema de abastecimento de água formada de tubulações e órgãos acessórios, destinada a colocar água potável à disposição dos consumidores, de forma contínua, em quantidade e pressão recomendada.

A potabilização das águas naturais, por meio do tratamento realizado nas estações de tratamento de água, para fins de consumo humano tem como objetivo principal adequar à água bruta aos limites físicos, químicos e biológicos, estabelecidos pela Portaria 2.914/2011 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2011).

Segundo Libânio (2010), o tratamento de água consiste na remoção de partículas suspensas e coloidais, matéria orgânica, microorganismos e outras substâncias possivelmente deletérias a saúde humana, aos menores custos de implantação, operação e manutenção, e gerando o menor impacto ambiental às áreas

circunvizinhas. De acordo com a COPASA (s.d), o tratamento de água da forma convencional segue com base no esquema da Figura 1.

Figura 1: Esquema do sistema de abastecimento de água convencional



Fonte: COPASA (s.d)

Tsutiya (2006) afirma que dentre as melhorias do saneamento ambiental, os sistemas de abastecimento de água são os que provocam maior impacto da redução das doenças infecciosas, porém a partir de dados do SNIS (2016) apenas 83,3% dos brasileiros são beneficiados com o abastecimento de água tratada. Os outros 16,7% da população, que corresponde a mais de 30 milhões de pessoas, não possuem o acesso a este serviço básico.

A região sudeste é a que apresenta maior índice de atendimento total de água, apresentando 91,2% da população beneficiada com o sistema de abastecimento de água. Em contrapartida a região norte apresenta o menor índice, totalizando 55,4% da população atendida este serviço. Este cenário de abastecimento de água tratada por regiões pode ser exemplificado pela Tabela 1.

Tabela 1: Serviço de abastecimento de água tratada por regiões brasileiras

Região	*Índice de abastecimento de água tratada (%)
Norte	55,4
Nordeste	73,6
Sudeste	91,2
Sul	89,4
Centro-Oeste	89,7
Brasil	83,3

Fonte: SNIS (2016)

*Índice de abastecimento de água tratada por população

Vale ressaltar que existe uma diferença entre o valor de água “produzida”, caracterizada por passar pelas etapas de captação e tratamento, e a água consumida. Esta diferença é denominada como perdas e se caracterizam a partir de ineficiências técnicas, porém são inerentes a qualquer sistema de abastecimento de água (SNIS, 2016). Essas perdas podem ter razões distintas, como falhas de erros de medição e fraudes que são caracterizadas como perdas não físicas ou comerciais, e as perdas por vazamentos e reservatórios que são consideradas perdas físicas ou reais. De acordo com o SNIS (2016) as perdas denominadas não físicas ou comerciais estão relacionadas ao volume de água que foi efetivamente consumido pelo usuário, mas que, por algum motivo, não foi contabilizado. Já as perdas físicas ou reais referem-se a toda água disponibilizada para distribuição que não chega aos consumidores. No Brasil, 36,7% da água é perdida, ou seja, a cada 100 litros de água coletada e tratada, em média, apenas 63 litros são consumidos (SNIS, 2016).

Em tempos de crise hídrica e maior valorização dos recursos naturais, outro assunto comentado e abordado pelo SNIS (2015), a partir do Ministério das cidades, é o consumo médio per capita de água. No Brasil a média de consumo per capita de água, englobando a média dos anos de 2012, 2013 e 2014, é de 165,3 litros por habitante ao dia. Com os dados do SNIS (2015), utilizando a média dos três anos, verifica-se que a região sudeste é que apresenta maior potencial de consumo per capita, indicando uma média de 192,2/hab.dia, enquanto a região nordeste detém da menor média, totalizando 125,3/hab.dia.

2.1.2 Esgotamento sanitário

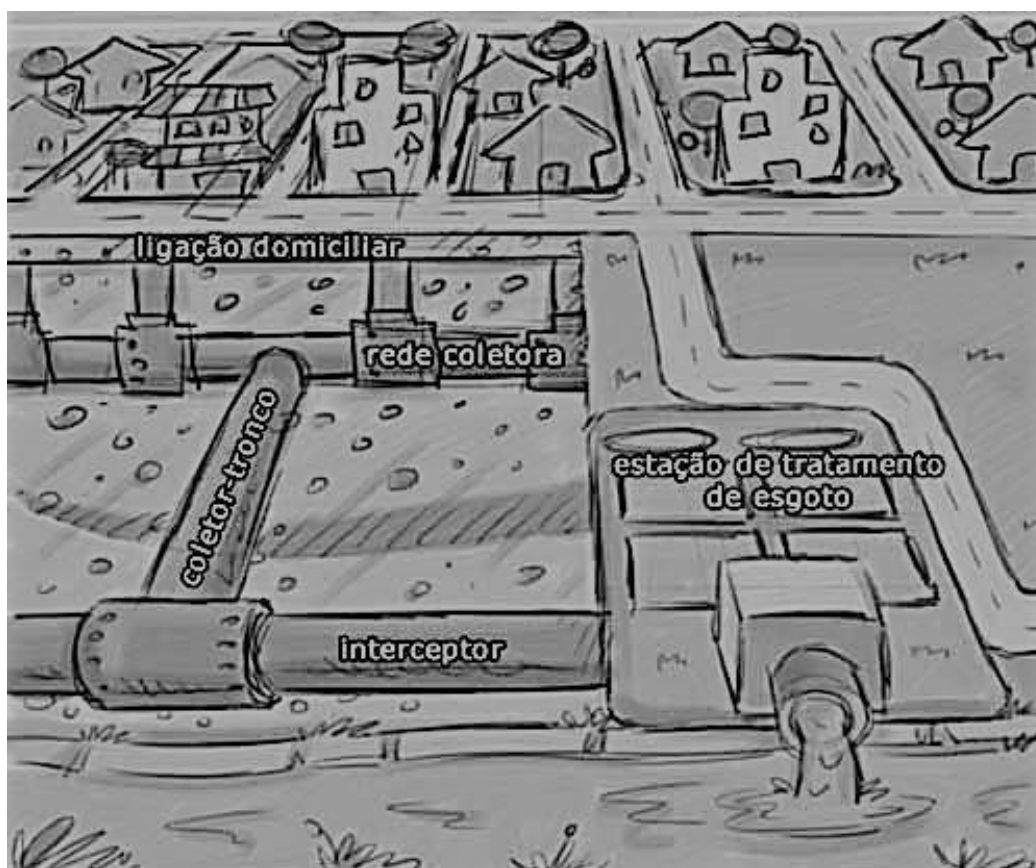
O sistema de esgoto sanitário, segundo a norma brasileira NBR 9648/86 (ABNT, 1986), compreende o conjunto de condutos, instalações e equipamentos destinados a coletar, transportar, condicionar e encaminhar somente esgoto sanitário a uma disposição final conveniente, de modo contínuo e higienicamente seguro. A mesma norma define esgoto sanitário como o despejo líquido constituído de esgotos doméstico e industrial, água de infiltração e a contribuição pluvial parasitária.

Segundo a definição de Tsutiya & Alem Sobrinho (2000), entende-se por sistema de esgotos o conjunto de tubulações e acessórios que tem como objetivo coletar e transportar águas residuárias para um destino final, usualmente um corpo hídrico receptor, passando ou não por algum tipo de tratamento. De acordo com os mesmos autores, esse sistema se estende em diversas partes definidas a seguir:

- Rede Coletora: conjunto de tubulações destinadas a receber e conduzir os esgotos. A rede coletora é composta de coletores secundários, que recebem diretamente as ligações prediais e os coletores tronco ou coletores primários, que conduzem o esgoto a um emissário ou a um interceptor.
- Interceptor: canalização que recebe coletores primários ao longo do seu comprimento, não recebendo ligações prediais diretas.
- Emissário: canalização destinada a conduzir os esgotos a um destino conveniente (estação de tratamento e/ou lançamento) sem receber contribuições em marcha.
- Sifão invertido: obra destinada à transposição de obstáculo pela tubulação de esgoto, funcionando sob pressão.
- Corpo de água receptor: corpo de água onde são lançados os esgotos
- Estação elevatória: conjunto de instalações destinadas a transferir os esgotos de uma cota mais baixa para uma mais alta.
- Estação de tratamento: conjunto de instalações destinadas à depuração dos esgotos, antes do lançamento.

Conforme a Figura 2 é possível visualizar, de forma simples, o esquema de esgotamento sanitário doméstico com a estação de tratamento.

Figura 2: Esquema de esgotamento sanitário com ETE



Fonte: Adaptado de SABESP (s.d)

O Brasil, com população em torno de 200 milhões de habitantes e 5.570 municípios (IBGE, 2017), apresenta um grande déficit de atendimento em relação ao esgotamento sanitário. De acordo com dados do SNIS (2016), apenas 51,9% da população brasileira tem acesso à coleta de esgoto, e 44,9 % do volume de esgoto do país recebe tratamento, sendo que 1.589 municípios não apresentam sistema público de esgotamento sanitário. O cenário brasileiro varia significativamente de região para região como é exemplificado na Tabela 2.

Tabela 2: Serviço de coleta e tratamento de esgoto nas regiões brasileiras

Região	*Coleta (%)	**Tratamento (%)
Norte	10,5	18,3
Nordeste	26,8	36,2
Sudeste	78,6	48,8
Sul	42,5	43,9
Centro-Oeste	51,5	52,6
Brasil	51,9	44,9

Fonte: SNIS (2016)

* (%) de coleta em relação à população

** (%) de tratamento em relação ao volume

2.1.3 Limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos

De acordo com a definição da Associação Brasileira de Normas Técnicas pela NBR 10004 de 2004, resíduos sólidos são:

Resíduos sólidos e semi-sólidos, que resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cuja particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água, ou exijam para isso soluções, técnica e economicamente, inviáveis em face à melhor tecnologia disponível (ABNT, 2004).

Deste modo, para efeitos na Lei Federal 11.445/2007 a limpeza urbana consiste na coleta, transbordo e transporte dos resíduos domésticos e oriundos de varrição e limpeza de vias públicas e logradouros; de triagem para fins de reuso ou reciclagem, de tratamento, inclusive por compostagem, e de disposição final dos resíduos domésticos e oriundos da limpeza de vias públicas e logradouros e varrição, capina e poda de árvores em vias e logradouros públicos e outros eventuais serviços pertinentes à limpeza pública urbana (BRASIL, 2007).

Já o gerenciamento de resíduos sólidos envolve uma série de ações e técnicas operacionais, de planejamento e monitoramento, baseadas em critérios ambientais, sanitários e econômicos para destinar corretamente os resíduos gerados. A gestão de resíduos sólidos é baseada na Lei Federal nº 12.305/10, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), que é considerada um instrumento importante pra as questões ambientais, sociais e econômicas. Isso se deve ao fato

da PNRS visar à prevenção e a redução na geração de resíduos, tendo como proposta a prática de hábitos de consumo sustentável e um conjunto de instrumentos para propiciar o aumento da reciclagem e da reutilização dos resíduos sólidos e a destinação ambientalmente adequada dos rejeitos (BRASIL, 2010).

De acordo com dados do relatório de resíduos sólidos da ABRELPE (2014), o índice de coleta de resíduos sólidos urbanos (RSU) no Brasil é de 90,68%, e assim como os demais seguimentos do saneamento básico, esse índice varia em relação às regiões brasileiras, e é exemplificado no Quadro 3 abaixo.

Tabela 3: - Índice de abrangência de coleta de RSU por regiões brasileiras

Região	Índice de abrangência de coleta de RSU (%)
Norte	80,83
Nordeste	78,53
Sudeste	97,29
Sul	94,26
Centro-Oeste	93,38
Brasil	90,68

Fonte: ABRELPE (2014)

2.1.4 Drenagem e manejo de águas pluviais

O sistema de drenagem deve ser entendido como o conjunto da infraestrutura existente em uma cidade para realizar a coleta, o transporte e o lançamento final das águas superficiais. É constituído por uma série de medidas que visam a minimizar os riscos a que estão expostas as populações, diminuindo os prejuízos causados pelas inundações e possibilitando o desenvolvimento urbano de forma harmônica, articulada e ambientalmente sustentável (FEAM, 2006).

Entretanto, os sistemas de drenagem urbana, de acordo com Philippi Junior (2005), se encontram dentre os maiores problemas ambientais urbanos das cidades brasileiras. A falta de planejamento e visão ambiental aliada à existência de falhas de projeto e uma gestão precária resultam no problema caótico dos sistemas de

drenagem, que culminam em inundações que são cada vez mais recorrentes nas grandes cidades, afirma o mesmo autor.

2.2 Aspectos históricos do saneamento no Brasil

No Brasil, a história do saneamento, caracteriza-se por diferentes fases, associadas a cenários políticos e econômicos distintos. Essas fases dividem-se desde a era Brasil Colônia até a situação que é vivenciada atualmente.

Em relação ao período colonial, fase que compreende os anos de 1500 a 1822, e que foi marcado pela miscigenação de raças, etnias e costumes, foram incorporados diversos hábitos entre uma cultura e outra, inclusive as práticas sanitárias, dentre elas os banhos diários (REZENDE & HELLER, 2008).

Em 1808, com a chegada da família real, a cultura europeia foi disseminada de uma forma mais intensa no Brasil, e nesta mesma época, dentre os anos de 1750 e 1830, a Europa sofria um movimento sanitário formado a partir de desdobramentos de outros dois movimentos, iluminismo e a revolução industrial (ROSEN, 1994).

Foi no Rio de Janeiro em que foram desenvolvidas as maiores intervenções sanitárias durante o período colonial e do Império, porém, mesmo assim, devido ao crescimento desordenado da cidade, os impactos sanitários eram intensos, além de comum o transbordamento de detritos das valas e galerias, que poluíam as ruas, por meio das chuvas, resultando em um mau cheiro que, na época, era denominado de miasma¹ (FONSECA, 2004). Em 1810 a cidade possuía mais de 20 chafarizes públicos e em 1860 o sistema de abastecimento de água distribuía à população uma vazão de 8 milhões de litros por dia. Contudo, em 1876 o Rio de Janeiro é contemplado com um projeto de sistema de água encanada pelo engenheiro Antônio Gabrielli (AZEVEDO NETTO, 1984).

No que diz ao esgotamento sanitário, nesta mesma época, até meados do século XIX, os dejetos sanitários eram despejados e armazenados em determinados recipientes que eram esvaziados e lançados em rios, mares e terrenos baldios ou até mesmo nas ruas, durante a noite por escravos que eram conhecidos como tigras (HELLER, 2008). Dessa forma, com proliferação de doenças, no ano de 1850, com os

¹ Segundo Roesen (1994), a teoria miasmática predominou-se até o fim do século XIX, e as pessoas acreditavam que as doenças eram causadas pelo estado da atmosfera.

primeiros casos de febre amarela no Rio de Janeiro, criou-se a Junta de Higiene Pública, com o objetivo de unificar os serviços sanitários do Império (FONSECA, 2004).

Com as intervenções sanitárias, segundo Azevedo Netto (1979), em 1864 é inaugurado o sistema de esgotos do Rio de Janeiro. Baseado no modelo inglês de separador parcial, composto de duas redes distintas, uma para águas pluviais e outra para os esgotos sanitários e a contribuição pluvial de pátios internos e telhados (SILVA, 1975).

Os sistemas de água e esgoto de Ouro Preto, embora pouco discutido nos principais livros que retratam a história do saneamento brasileiro, foram inaugurados em 1890. Todo o esgotamento sanitário era conduzido por gravidade para os tanques de desinfecção, os quais, sem dúvida, podem ser considerados a primeira estação de tratamento de esgotos de Minas Gerais e uma das primeiras do Brasil (FONSECA & PRADO FILHO, 2010).

Aos poucos os sistemas de água e esgoto foram se expandindo para um número maior de cidades. Em Belo Horizonte, por exemplo, em 1897, ano de inauguração da cidade, os sistemas de rede de esgoto e abastecimento de água já eram presentes, de acordo com Azevedo Netto (1979).

Segundo Cavinatto (1992), o saneamento no Brasil se inicia de forma mais eficaz a partir de 1930, quando praticamente todas as capitais passam a possuir sistema de abastecimento de água e coleta de esgotos.

Em 1971, inaugura-se o PLANASA – Plano Nacional do Saneamento com o objetivo de garantir a execução de um plano de saneamento autofinanciável através do retorno dos investimentos arrecadados por tarifas justas (CYNAMON, 1984), e assim um grande progresso em relação às questões sanitárias se dá nas décadas de 1970 e 1980, de acordo com Tsutiya (2006).

Décadas depois, em 1991 cria-se a Fundação Nacional da Saúde – FUNASA, na qual tem o objetivo promover a saúde pública e a inclusão social por meio de ações de saneamento e saúde ambiental (FUNASA, 2006).

Com o passar do tempo, uma série de instituições e legislações com foco em saneamento foram criadas, e o marco regulatório no que diz respeito ao saneamento, no âmbito nacional, é a Lei Federal 11.445 de 2007, que é a Política Federal de Saneamento Básico.

2.3 As principais técnicas de tratamento de esgoto com seus aspectos históricos e os problemas relacionados à falta desse tratamento

Pode-se dizer que uma grave consequência do intenso crescimento populacional, além da teoria da escassez de alimentos argumentada por alguns estudiosos, é o aumento da poluição gerada por essa superpopulação, seguido da degradação dos recursos naturais. De acordo com ONU (2017) a população mundial é de aproximadamente 7,6 bilhões de pessoas e a expectativa para 2050 é de aproximar de 10 bilhões de habitantes. Diante do cenário atual de poluição e problemas ambientais, deduz-se que estes problemas tendem a aumentar com o aumento da população.

Dentre os problemas ambientais recorrentes na atualidade, a poluição dos corpos d'água se torna algo cada vez mais acelerado e com isso é motivo de preocupação para área de recursos hídricos. Segundo von Sperling (2005), entende-se por poluição das águas a adição de substância ou de formas de energia que, direta ou indiretamente, alterem a natureza dos corpos d'água de maneira que prejudique os legítimos usos que dele são feitos. A partir dessa definição, a poluição está relacionada ao conceito de prejuízo ao corpo d'água praticado pelo próprio homem, e assim, o lançamento de esgoto doméstico, sem tratamento, nos recursos hídricos se enquadra devidamente no caso de poluição das águas.

Encontra-se no Quadro 1 as principais formas de poluição, oriundas do esgoto doméstico, juntamente com seus efeitos poluidores mais característicos.

Quadro 1: Principais agentes poluidores das águas oriundos de esgoto doméstico

Poluentes	Principais parâmetros	Possível efeito poluidor
Sólidos em suspensão	Sólidos em suspensão totais	Problemas estéticos
		Depósitos de lodo
		Adsorção de poluentes
		Proteção de patogênicos
Matéria orgânica biodegradável	Demanda Bioquímica de Oxigênio	Consumo de oxigênio
		Mortandade de peixes
		Condições sépticas
Nutrientes	Nitrogênio e Fósforo	Crescimento excessivo de algas
		Toxicidade aos peixes (amônia)
		Doença em recém-nascido (nitrito)
		Poluição da água subterrânea
Patogênicos	Coliformes	Doenças de veiculação hídrica

Fonte: von Sperling (2005)

Vale ressaltar que, além dos principais poluentes citados acima, von Sperling (2005) indica que os metais pesados (As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Zn etc.) são considerados poluentes variáveis do esgoto doméstico e apresentam como possíveis efeitos a toxicidade, inibição do tratamento biológico dos esgotos, problemas na disposição do lodo na agricultura e contaminação da água subterrânea.

Além da poluição dos corpos d'água, a ausência de coleta e tratamento de esgoto está relacionada a problemas sociais e de saúde pública. A falta desses serviços impõem as comunidades de conviverem com este efluente doméstico, principalmente quando estes são lançados ao ar livre, em fossas, que podem apresentar problemas, valas negras ou diretamente nos córregos.

A carência de serviços de água potável, coleta e de tratamento de esgoto, cria um ambiente propício ao desenvolvimento de doenças graves, como a diarreia, hepatite A, verminose e outros. A maior parte das doenças, relacionada à falta de saneamento básico, se desenvolvem devido à água contaminada (INSTITUTO TRATA BRASIL, 2018).

Barros *et al.* (1995) apresenta no Quadro 2 algumas das principais doenças relacionadas a contaminação fecal por esgoto doméstico assim como as formas de transmissão e prevenção das mesmas.

Quadro 2: Doenças relacionadas com as fezes

Grupo de doenças	Formas de transmissão	Principais doenças	Formas de prevenção
Transmitidas pela via feco-oral	O organismo patogênico (agente causador de doença) é ingerido	Diarreias e disenterias; cólera; giardíase; amebíase; ascaridíase (lombriga)	Proteger e tratar águas de abastecimento e evitar uso de fontes contaminadas
Controladas pela limpeza com a água (associadas ao abastecimento insuficiente de água)	A falta de água e a higiene pessoal insuficiente criam condições favoráveis para sua disseminação	Infecções na pele e nos olhos, como tracoma e o tifo relacionado com piolhos, e a escabiose	Fornecer água em quantidade adequada e promover a higiene pessoal e doméstica
Associadas à água (uma parte do ciclo da vida do agente infeccioso ocorre em um animal aquático)	O patogênico penetra pela pele ou é ingerido.	Esquistossomose	Evitar o contato de pessoas com águas infectadas; proteger mananciais
Transmitidas por vetores que se relacionam com a água	As doenças são propagadas por insetos que nascem na água ou picam perto dela	Malária; febre amarela; dengue; filariose (elefantíase)	Combater os insetos transmissores; eliminar condições que possam favorecer criadouros

Fonte: Barros *et al.* (1995)

O tratamento de esgoto consiste, basicamente, em técnicas que apresentam como finalidade a remoção máxima da carga orgânica poluidora, separando a fase líquida da fase sólida. A fase líquida final deve estar em concordância com a legislação vigente, no âmbito federal deve atender ao padrão de lançamento de efluente em corpos d'água de acordo com a CONAMA 430/2011 em complemento com a

CONAMA 357/2005, e a fase sólida deve apresentar descarte correto ou aplicação específica. Os métodos a serem utilizados variam das características do efluente e a escolha depende de vários fatores como, custo, área requerida, manutenção, etc. O Quadro 3 apresenta algumas das principais técnicas utilizadas no tratamento de esgoto.

Quadro 3: Principais técnicas de tratamento de esgoto

Tecnologia	Definição	Funcionamento
Fossas sépticas	São câmaras construídas para reter os despejos domésticos, por um período de tempo estabelecido, de modo a permitir a sedimentação dos sólidos e retenção do material sólido, transformando-os, bioquimicamente, em compostos mais estáveis.	Retenção do esgoto; Sedimentação de 60 a 70% dos sólidos em suspensão e formação de lodo; Digestão anaeróbia do lodo por bactérias anaeróbias e redução do volume de lodo.
Filtro biológico	São reatores, constituídos por leitos (brita, material sintético, etc.) que permitem o contato direto do esgoto com o material de leito, formando então uma massa biológica, resultando em uma oxidação bioquímica da matéria orgânica presente no afluente.	O mecanismo do processo é caracterizado pela alimentação e percolação contínua do esgoto através do meio suporte. A continuidade da passagem dos esgotos nos interstícios promove o crescimento e a aderência de massa biológica na superfície do meio suporte promovendo a oxidação dos compostos.
Lodos ativados	São sistemas que contam com um decantador primário, tanque de aeração e decantador secundário em que o lodo proveniente do tratamento é circulado no processo. É uma tecnologia que requer alto grau de mecanização e consumo de energia.	O mecanismo de funcionamento é baseado na remoção de matéria orgânica em um sistema aeróbio realizado por microorganismos. O lodo gerado no processo é recirculado, com a finalidade de aumentar a concentração de microorganismos responsáveis pela degradação da matéria orgânica.

Tecnologia	Definição	Funcionamento
Lagoas de estabilização	São sistemas simples, de característica biológica, em que a estabilização da matéria orgânica é realizada pela oxidação bacteriológica e/ou redução fotossintética das algas.	Os processos de funcionamento são simples e constitui-se por processos naturais. Podem ser anaeróbias, onde ocorrem processos anaeróbios, facultativas onde ocorrem processos aeróbios e anaeróbios e as de maturação, onde o objetivo principal é a remoção de patogênicos com métodos de cloração.
Reatores UASB	São reatores que combinam os processos físicos com os biológicos e requerem o contato da biomassa com o substrato em um meio anaeróbio	Apresentam como principal característica no processo físico a separação dos sólidos e dos gases do líquido, e no processo biológico, a degradação da matéria orgânica em condições anaeróbias. Caracterizam-se por apresentar as seguintes partes principais: câmara de digestão, separador de fases, zona de transição, zona de sedimentação, zona de acumulação de gás.

Fonte: Adaptado de Jordão & Pessôa (1995) e (2011)

Em relação aos métodos apresentados no Quadro 3, uns apresentam mecanismos de funcionamento mais simples e outros mais complexos, assim como alguns são alternativas individuais e outros são projetados para atender um número grande de pessoas sendo ofertados por serviços públicos. Entretanto esses métodos já são praticados há anos e, portanto apresentam um histórico e uma linha de evolução.

Em relação às fossas sépticas, de acordo com Jordão & Pessôa (1995), as pesquisas históricas contemplaram Jean Louis Mouras como o inventor da primeira em 1860, em uma pequena habitação na França, baseado em um tanque de alvenaria no qual recebia o esgoto doméstico antes de ser encaminhado para um sumidouro. A patente ocorreu em 1881 após uma série de experiências, e a técnica é utilizada até os dias de hoje, principalmente em países em desenvolvimento como soluções individuais em comunidades que não detêm de serviços públicos de esgotamento sanitário.

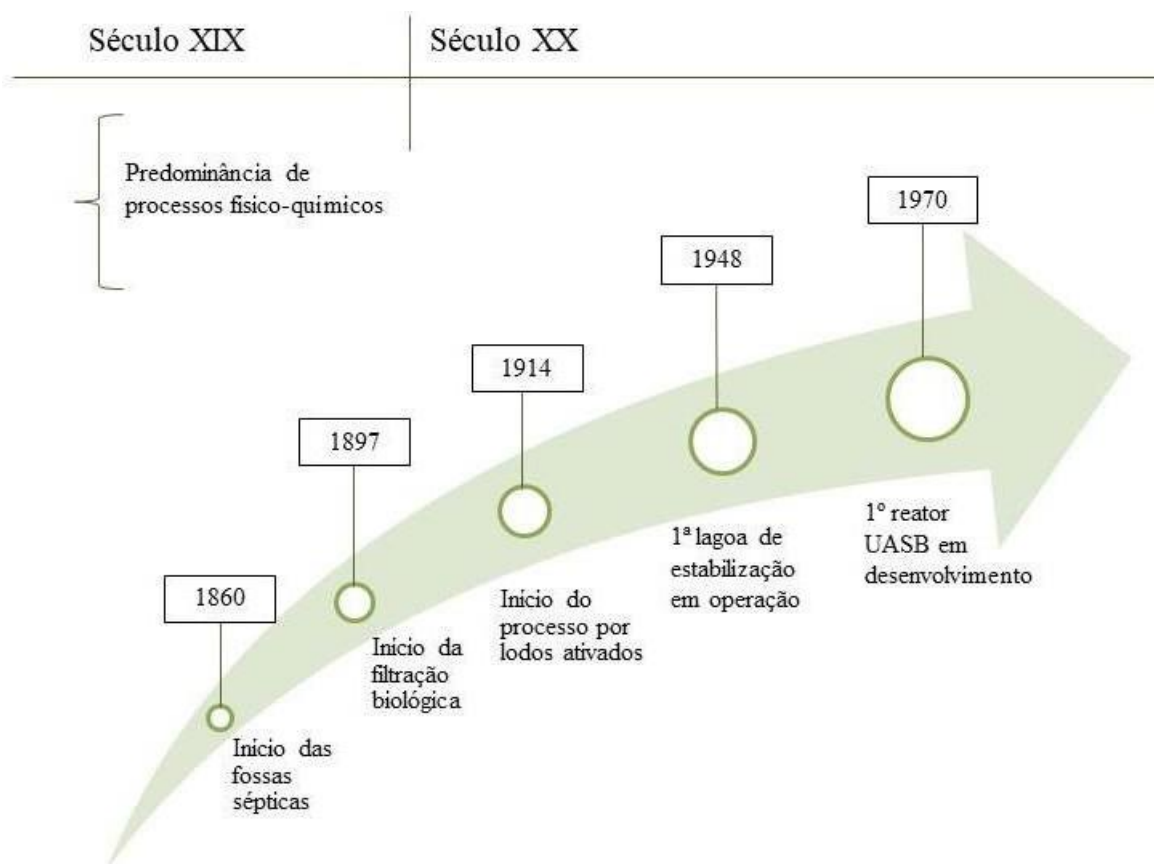
Já o processo por filtros biológicos, segundo Jordão & Pessôa (1995), se deu inicialmente em 1897 na Inglaterra, operando a ETE Salford. No Brasil, em 1920, este sistema foi elaborado na cidade do Rio de Janeiro por meio da ETE Paraquetá.

Vale ressaltar que no fim do século XIX, os processos físico-químicos como, sedimentação, tratamento químico e diluição, eram os mais populares. Era apenas o início do tratamento biológico, as experiências e bases científicas estavam em fase primitiva. Entretanto, todos os processos citados anteriormente, na época, não ofereciam a eficiência almejada pelos pesquisadores, e foi então que a técnica de lodos ativados aparece como uma alternativa para a melhoria da qualidade em 1913. Assim a técnica de lodos ativados foi aplicada em escala de operação, pela primeira vez, na Inglaterra em 1914, na ETE Salford (JORDÃO & PESSÔA, 1995).

A técnica de lagoas naturais ou artificiais que recebem despejos domésticos e industriais existe há séculos. Porém foi em 1948, nos Estados Unidos, que começou a operar a primeira lagoa de estabilização projetada para receber e tratar esgoto bruto. No Brasil, na década de 60, surgiram as primeiras lagoas de estabilização para tratamento de esgoto, a de São José dos Campos em 1961 e a do Rio de Janeiro em 1963 (JORDÃO & PESSÔA, 1995). A Figura 3 representa a evolução dessas técnicas por meio de uma linha do tempo.

Em relação aos reatores UASB, nos anos 70, na Holanda, surge um modelo de reator anaeróbio para tratamento de esgoto, com as características de apresentar a entrada de esgoto pelo fundo, ser de fluxo ascendente, e dispor de um sistema de separação das fases líquida, sólida e gasosa, na parte superior, com lodo suspenso. Foi desenvolvido pelo Prof. Gatzke Lettinga e foi denominado de UASB. (JORDÃO & PESSÔA, 2011).

Figura 3: Linha do tempo das principais técnicas de tratamento de esgoto



Fonte: Elaborada pela autora (2018)

2.4 Panorama da situação do tratamento de esgoto em Minas Gerais

Em Minas Gerais a Lei Estadual 2.126, promulgada em 20 de janeiro de 1960, estabelece normas para o lançamento de esgotos e resíduos industriais nos cursos de águas, com isso aborda o problema dos esgotos sanitários de maneira direta e é, sem dúvida, um importante marco do saneamento para o estado. A Lei, que tem como objetivo a preservação dos cursos d'águas, dispõe:

Art. 1º - Fica proibido, a partir da data da publicação desta Lei, em todo o território do Estado de Minas Gerais, lançar nos cursos de água - córregos, ribeirões, rios, lagos, lagoas e canais, por meio de canalização direta ou indireta, de derivação ou de depósito em local que possa ser arrastado pelas águas pluviais ou pelas enchentes, sem tratamento prévio e instalações adequadas, qualquer resíduo industrial em estado sólido, líquido ou gasoso, e qualquer tipo de esgoto sanitário proveniente de centro urbano ou de grupamento de população (MINAS GERAIS, 1960).

Em 1994, avanços na área do saneamento foram conquistados, e em 28 de dezembro instituiu-se no estado de Minas Gerais a Política Estadual de Saneamento Básico, na forma da Lei Estadual de nº 11.720, na qual apresenta como objetivo principal assegurar a proteção da saúde da população e a salubridade ambiental urbana e rural (MINAS GERAIS, 1994). Estabelece princípios dentre os quais o primeiro é o direito de todos ao saneamento básico, seguido pelo da autonomia do município quanto à organização e à prestação de serviços de saneamento básico, dentre outros.

Dentre as diretrizes, a Política Estadual de Saneamento Básico de Minas Gerais (MINAS GERAIS, 1994) prevê:

Art. 4º - A política estadual de saneamento básico será elaborada e executada com a participação efetiva dos órgãos públicos e da sociedade e considerará, especialmente:

I - a coordenação e a integração das políticas, dos planos, dos programas e das ações governamentais de saneamento básico, saúde, meio ambiente, recursos hídricos, desenvolvimento urbano e rural, habitação, uso e ocupação do solo;

II - a atuação integrada dos órgãos públicos municipais, estaduais e federais do setor de saneamento básico;

III - as exigências e as características locais, a organização social e as demandas socioeconômicas da população;

IV - a preservação e a melhoria da qualidade da água, com a adoção das bacias hidrográficas como unidades de planejamento;

V - a adoção de mecanismos que propiciem à população de baixa renda o acesso aos serviços de saneamento básico;

VI - o incentivo ao desenvolvimento científico, à capacitação tecnológica e à formação de recursos humanos na área de saneamento, assim como a busca de alternativas que se adaptem às condições de cada local;

VII - a promoção de programas de educação ambiental e sanitária, com ênfase em saneamento básico;

VIII - a adoção do processo de planejamento como requisito para as ações de saneamento básico;

IX - a adoção de indicadores e parâmetros sanitários, epidemiológicos e socio-econômicos como norteadores das ações de saneamento básico;

X - a implantação prévia de serviços de saneamento básico em áreas de assentamento populacional;

XI - a solução dos problemas de saneamento básico em áreas urbanas faveladas ou em outras de urbanização irregular;

XII - a adequação dos sistemas de saneamento básico, já implantados ou em implantação, às normas de preservação do meio ambiente;

XIII - a implantação de ações permanentes de avaliação,

proteção, melhoria e recuperação dos sistemas de saneamento básico;

XIV - a solução das questões relativas à disposição sanitária adequada dos esgotos e demais resíduos urbanos;

XV - o incentivo à coleta seletiva dos resíduos sólidos urbanos;

XVI - a realização de pesquisa e a divulgação sistemática de estudos que visem à solução dos problemas de saneamento básico.

Além de estabelecer princípios e as diretrizes, a Política Estadual de Saneamento Básico institui o Plano Estadual de Saneamento Básico – PESB, no qual é destinado a articular, integrar e coordenar recursos tecnológicos, humanos, econômicos e financeiros para a execução da Política Estadual de Saneamento Básico (MINAS GERAIS, 1994).

No entanto, no ano de 2018, o estado de Minas Gerais encontra-se na ausência do PESB, entretanto, segundo dados do governo de Minas Gerais, o PESB passou a ser um projeto estratégico para o Estado, e está em fase de formulação desde 2016. Depois de concluído, terá como objetivo, diagnosticar, sistematizar e avaliar os arranjos institucionais responsáveis pelos serviços de saneamento no Estado, além de propor projetos, programas e ações, visando, em médio prazo, a universalização do saneamento básico em Minas Gerais. Todo trabalho de formulação do plano está sendo estruturado pelo Grupo de Trabalho Intergovernamental – GTI, criado pelo governador Fernando Pimentel e coordenado pela Secretaria de Desenvolvimento Regional, Política Urbana e Gestão Metropolitana - SEDRU e composto pelas secretarias de Estado de Planejamento e Gestão - SEPLAG , Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável - SEMAD , Fundação João Pinheiro - FJP, Companhia de Saneamento de Minas Gerais - COPASA, Instituto Mineiro de Gestão das Águas - IGAM, Fundação Estadual do Meio Ambiente - FEAM e Agência Reguladora de Serviços de Abastecimento de Água e de Esgotamento Sanitário do Estado de Minas Gerais - ARSAE, MG.

O Código de Saúde, instituído pela Lei nº 13.317/99 no Estado de Minas Gerais, também aborda sobre a disposição do esgoto sanitário, uma vez que tem como objetivo estabelecer normas para a promoção e a proteção da saúde no estado (MINAS GERAIS, 1999). Com isso, dispõem:

Art. 48. A construção considerada habitável será ligada à rede coletora de esgoto sanitário.

§ 1º Quando não houver rede coletora de esgoto sanitário, o órgão prestador do serviço indicará as medidas técnicas adequadas à solução do problema.

§ 2º As medidas individuais ou coletivas para tratamento e disposição de esgotamento sanitário atenderão às normas técnicas vigentes.

Art. 49. O sistema público de coleta de esgoto tratará o esgoto coletado antes de lançá-lo em curso de água.

Parágrafo único. É vedado o lançamento de esgoto sanitário em galeria ou rede de águas pluviais.

Percebe-se que o estado de Minas Gerais apresenta diversas legislações em relação ao saneamento básico, principalmente na esfera do esgotamento sanitário, porém o que se observa cotidianamente é o não cumprimento de inúmeras práticas que estão previstas em leis, resultando na falta de efetividade das mesmas.

Um fato, que tange a situação atual de saneamento, no estado de Minas Gerais é a inexistência, na maioria dos municípios, dos planos municipais de saneamento básico – PMSB. Segundo dados do Ministério das Cidades (2017), dos 853 municípios mineiros, apenas 231 concluíram o PMSB, o que equivale a 27% do estado de Minas Gerais. Com o decreto presidencial 9.254/2017 os municípios brasileiros têm até 31 de dezembro de 2019 para elaborarem seus PMSB. De acordo com o texto do decreto

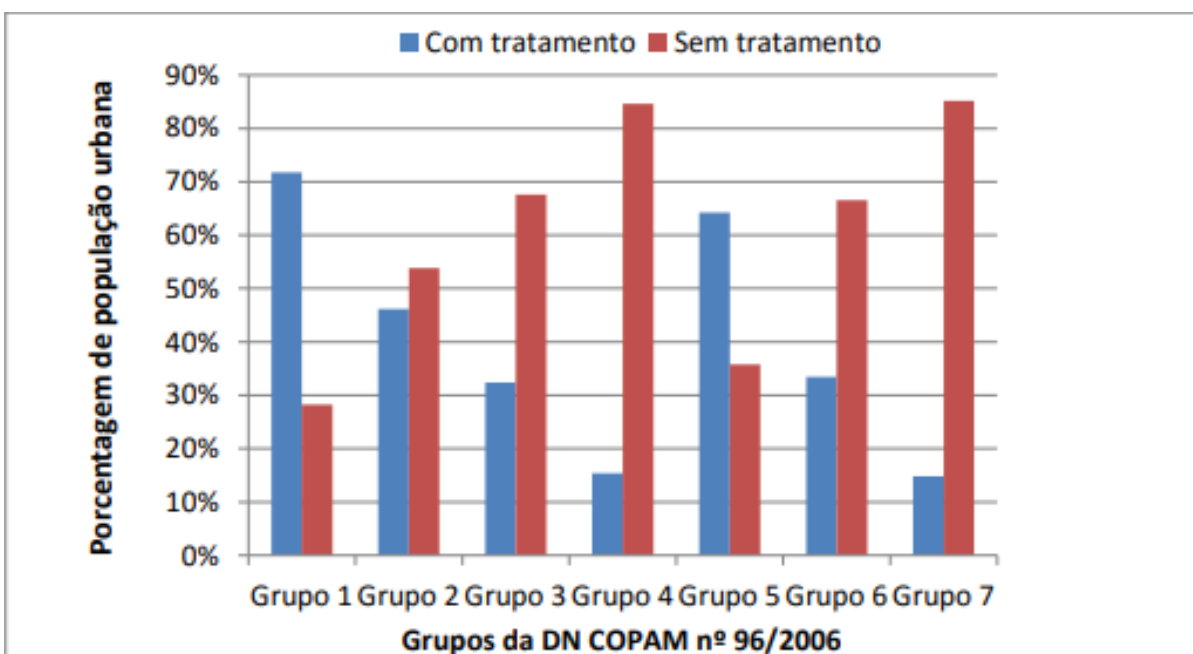
[...] após 31 de dezembro de 2019, a existência de plano de saneamento básico, elaborado pelo titular dos serviços, será condição para o acesso aos recursos orçamentários da União ou aos recursos de financiamentos geridos ou administrados por órgão ou entidade da administração pública federal, quando destinados a serviços de saneamento básico (BRASIL, 2017).

Vale ressaltar que os PMSB são instrumentos que regulamentam a Lei federal 11.445/2007, que estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico, e, no entanto, o prazo de entrega dos mesmos, como condição para o acesso a recursos orçamentários da União, está sendo prorrogado desde 2010.

Outro marco relacionado ao tratamento de esgoto em Minas Gerais ocorreu em 2006, pela Fundação Estadual do Meio Ambiente – FEAM, na forma do programa Minas Trata Esgoto, que tem como principal objetivo realizar a gestão estratégica da implantação de sistemas de tratamento de esgotos. O Conselho Estadual de Política Ambiental - COPAM, por meio da Deliberação Normativa nº 96/2006, convocou os municípios do estado de Minas Gerais a realizarem a implantação e a formalizarem a regularização ambiental de suas ETEs, por meio de licenciamento ambiental, definindo uma porcentagem mínima de 80% da população urbana a ser atendida e uma eficiência mínima de tratamento de 60% (FEAM, 2016). No entanto, a Deliberação Normativa COPAM nº 128/2008 prorrogou os prazos fixados pela DN nº 96/2006.

Oito anos após a instituição da DN COPAM nº 96/2006, ou seja, em 2015, a situação dos 853 municípios mineiros, referente ao tratamento de esgoto, é ilustrada no Gráfico 1 abaixo.

Gráfico 1: Situação dos municípios mineiros em relação ao tratamento de esgoto



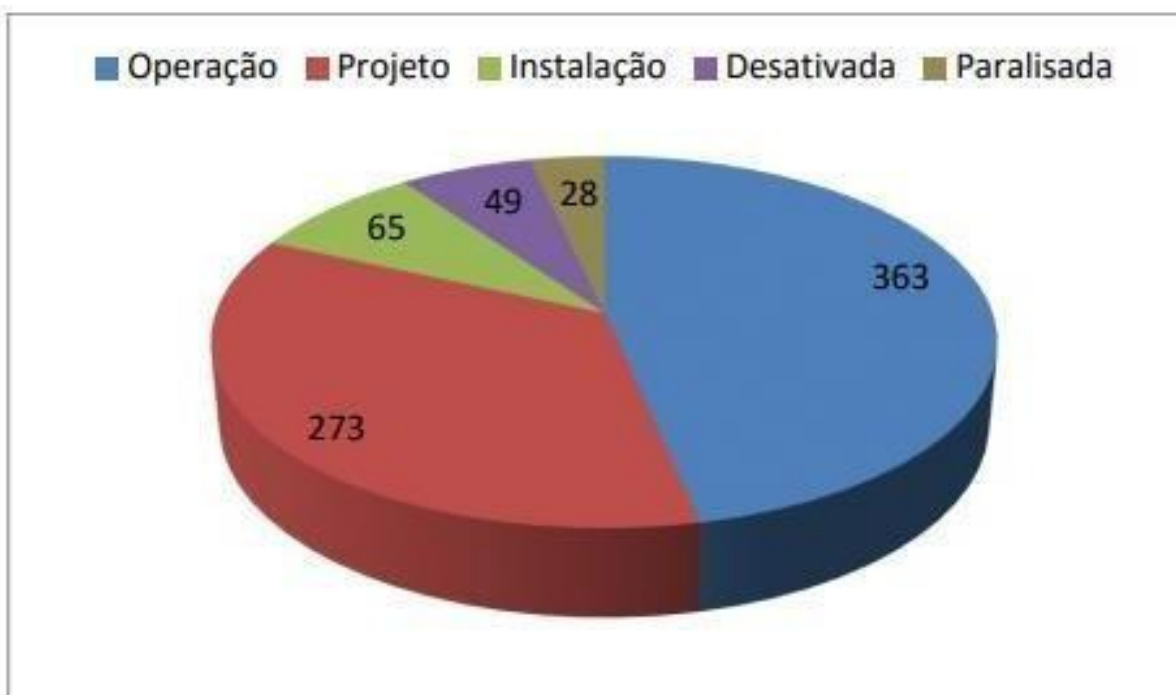
Fonte: FEAM (2016)

Grupo 1: municípios com população urbana superior a 150.000 habitantes; Grupo 2: representado por 20 municípios com população urbana entre 30 e 150 mil habitantes e índice de coleta de esgoto superior a 70% da população urbana; Grupo 3: 26 municípios com população urbana entre 50 e 150 mil habitantes e índice de coleta de esgoto inferior a 50% da população urbana; Grupo 4: 22 municípios com população urbana entre 30 e 50 mil habitantes e índice de coleta de esgoto inferior a

70% da população urbana; Grupo 5: quatro municípios, conhecidos como municípios do circuito Estrada Real; Grupo 6: representado por 33 municípios com população urbana entre 20 e 30 mil habitantes de acordo com o censo 2000; Grupo 7: representado por 735 municípios, com população urbana entre 20 e 30 mil habitantes, de acordo com o censo 2010

O relatório Minas Trata Esgoto da FEAM (2016) também realiza um panorama sobre a situação das ETEs no estado, e conclui-se que menos da metade das ETEs existentes estão em operação. Um total de 778 ETEs foram identificadas nas áreas urbanas de 535 municípios em Minas Gerais. Nos outros 243 municípios, não há ETEs em nenhuma das categorias listadas. Destas 778 ETEs observadas, 363 estão em plena operação, o que representa 47% do total. Estes dados podem ser visualizados a partir do Gráfico 2.

Gráfico 2: Panorama das ETEs no estado de Minas Gerais



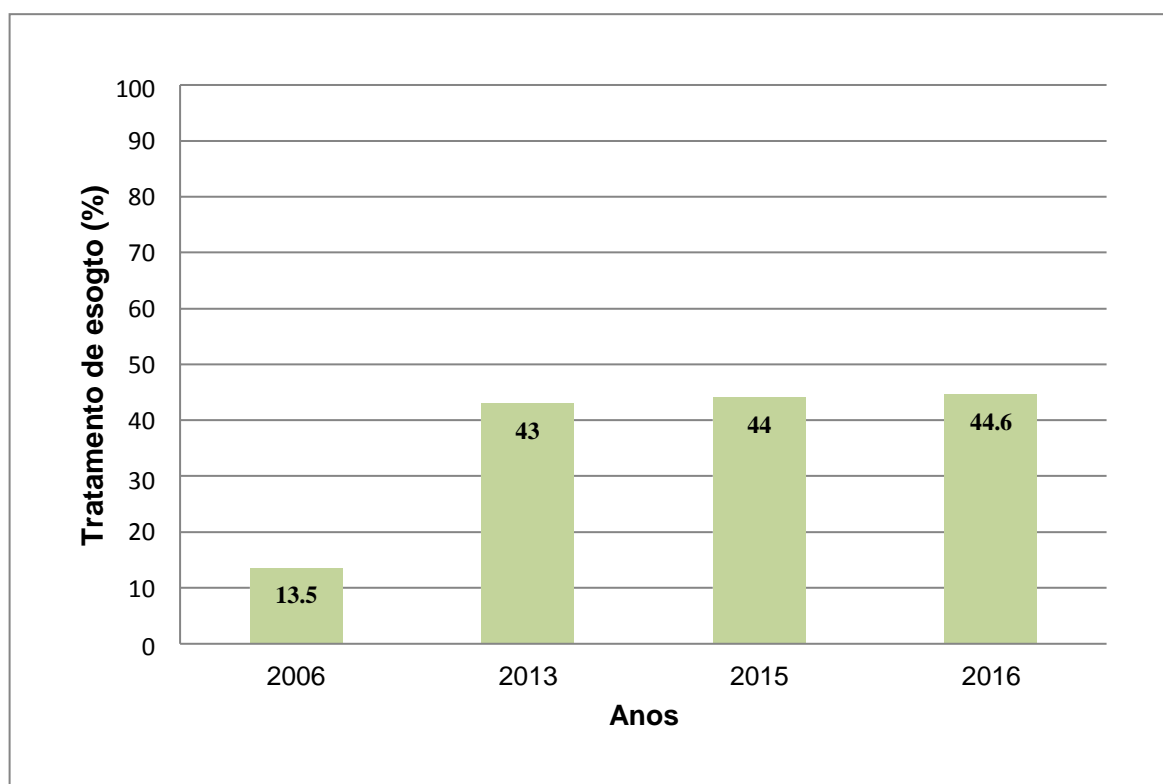
Fonte: FEAM (2016)

Em relação à presença de rede coletora de esgoto no estado de Minas Gerais, 800 municípios a apresentam de forma regular, o que representa 93,79% do total. Dos 53 municípios restantes, 44 não apresentam rede coletora de esgoto e em 9 não há informação. Quanto ao tratamento de esgotos, verificou-se que dos 800 municípios mineiros que realizam a coleta, apenas 264 municípios possuem sistemas de tratamento do esgoto em operação. O percentual de atendimento à população urbana no estado pelo serviço de tratamento de esgotos por ETEs regularizadas

ambientalmente foi estimado em 44,69%, que corresponde a 7.470.867 habitantes. Considerando as ETEs irregulares, o percentual de tratamento de esgoto e a população urbana atendida pelo serviço aumentam para 45,79% e 7.653.886 habitantes, respectivamente (FEAM, 2016).

Destaca-se ainda, segundo dados do relatório anual do programa Minas Trata Esgoto disponibilizado pela FEAM, que 44% da população urbana de Minas Gerais tinham acesso a sistemas de tratamento de esgoto no ano de 2015. Em 2013, o percentual era de 43% e, em 2006, quando o programa teve início, 13,5%. Essa situação do percentual de tratamento de esgoto, dentre os anos de 2006, 2013, 2015 e 2016, é ilustrada pelo Gráfico 3.

Gráfico 3: Evolução do tratamento de esgoto em Minas Gerais



Fonte: FEAM (2016)

Sabe-se, de acordo com o SNIS (2016), que a média nacional de coleta de esgoto é 51,9% e a de tratamento de esgoto corresponde a 44,9% do volume de esgoto total. Com estas informações, é possível perceber que a média do estado de Minas Gerais, segundo a estimativa da FEAM (2016), no que diz respeito à coleta de esgoto, que é de 93,79%, é altamente superior à média nacional.

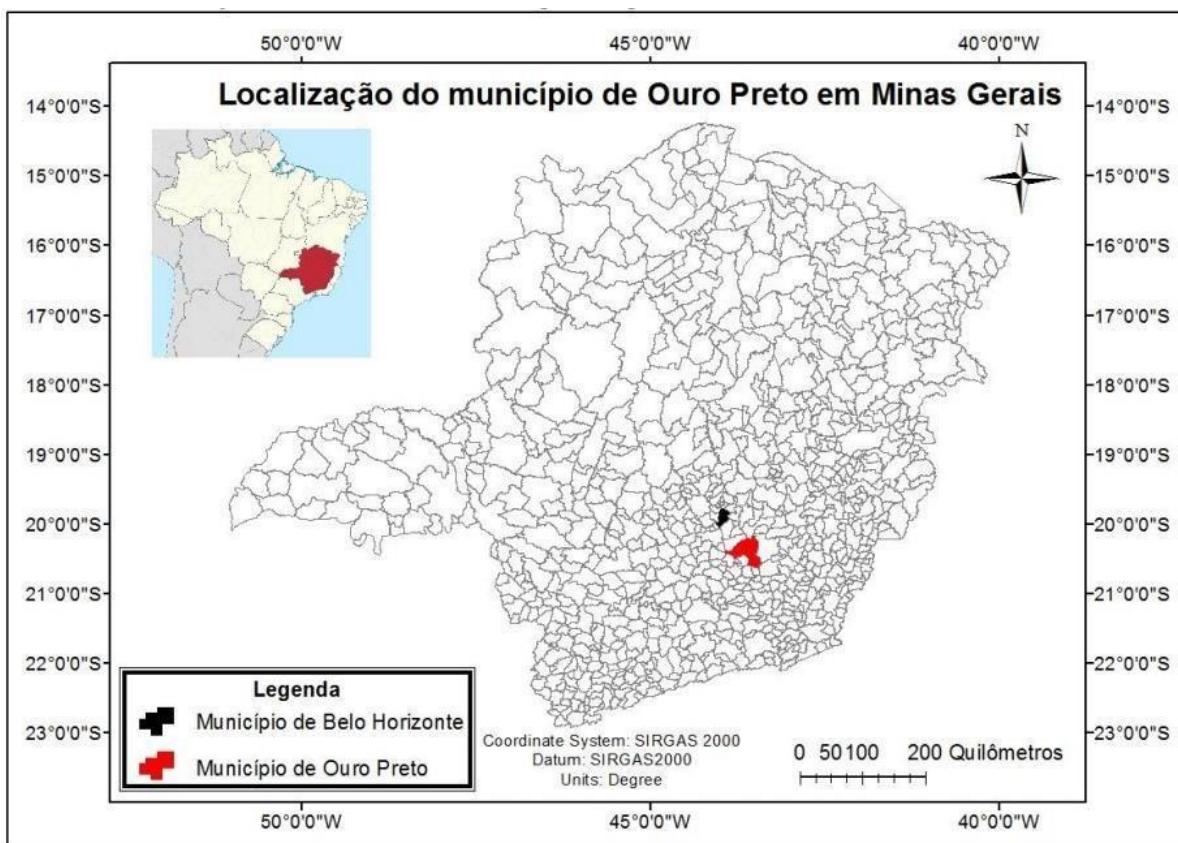
3. METODOLOGIA

O presente trabalho caracteriza-se por uma pesquisa bibliográfica e documental. De acordo com Gil (2002), a pesquisa documental assemelha-se muito à pesquisa bibliográfica, no entanto, a única diferença entre ambas está na natureza da fonte. Enquanto a pesquisa de caráter bibliográfico utiliza de fontes secundárias, ou seja, de materiais já elaborados, como livros e artigos científicos, a pesquisa documental, segundo Gil (2002), faz uso de fontes primárias, baseado em materiais que não receberam ainda um tratamento analítico, os chamados documentos “de primeira mão”. Esses são considerados documentos conservados em órgãos públicos e instituições privadas, como, documentos oficiais, reportagens, cartas, fotografias, e em documentos “de segunda mão”, que de alguma forma já foram analisados, tais como, relatórios de empresa, tabelas estatísticas, relatórios de pesquisa e etc.

3.1 Área de estudo – O município de Ouro Preto (MG)

O município de Ouro Preto-MG está localizado na região central do estado de Minas Gerais, cerca de 90 km da capital Belo Horizonte, na serra do Espinhaço, considerada a zona metalúrgica de Minas Gerais. De acordo com o IBGE (2017), a população do município é estimada em 74.659 pessoas, e a densidade demográfica em 56,41 hab/km². Apresenta como características fundamentais as atividades mineiro-metalúrgicas, que tiveram início desde o período colonial e que se fazem presentes até hoje como fator primordial na economia local. Entretanto, o turismo que aborda as riquezas históricas, e o setor acadêmico, devido às instituições de ensino UFOP e IFMG, também são considerados como fatores importantes para o crescimento econômico local. A Figura 4 apresenta a localização do município em Ouro Preto em relação ao estado de Minas Gerais, sobretudo, sobre a capital Belo Horizonte.

Figura 4: Localização do município de Ouro Preto em Minas Gerais



Fonte: Teixeira (2017)

De acordo com os historiadores, Ouro Preto nasce a partir da ocupação do território brasileiro no período colonial, no fim do século XVI, na busca por riquezas. Em 1711, já com o nome de Vila Rica, a Coroa Portuguesa eleva sua categoria a Vila, com o nome oficial de Vila Rica. Em 1720 é escolhida como capital da nova capitania de Minas Gerais. Em 1823, após a Independência, torna-se oficialmente a capital da província Mineira e é designada como Imperial Cidade, recebendo o título de Imperial Cidade de Ouro Preto (PREFEITURA MUNICIPAL DE OURO PRETO, 2018).

Devido à abundância de riquezas minerais durante o período colonial e imperial, principalmente a aurífera, a intensa mineração de ouro, que segundo Sobreira (2014), ocorria nos vales, aluviões e nas vertentes da serra de Ouro Preto, juntamente com relevo acidentado da cidade, contribuíram para a ocupação e o desenvolvimento de Ouro Preto de maneira heterogênea, e com isso as regiões de intensa mineração eram significativamente mais povoadas.

O desenvolvimento e ocupação desordenada de Ouro Preto, segundo Fonseca & Prado Filho (2010), resultaram em problemas de saneamento ambiental, e como forma de amenizar os problemas de saúde pública, assim como modernizar a capital da província mineira, foram construídos os sistemas de água e de esgoto entre 1889 e 1890, com os sistemas de abastecimento de água e os tanques de desinfecção da Barra para o tratamento de esgoto, considerada umas dos primeiros e mais modernos sistemas de esgotos da América Latina na época.

O desenvolvimento da época também resultou na criação de duas instituições de ensino importantes, a Escola de Farmácia em 1839 e a Escola de Minas em 1876 idealizada por Dom Pedro II e fundada por Claude Henri Gorceix para suprir os conhecimentos em geologia e em engenharia de minas.

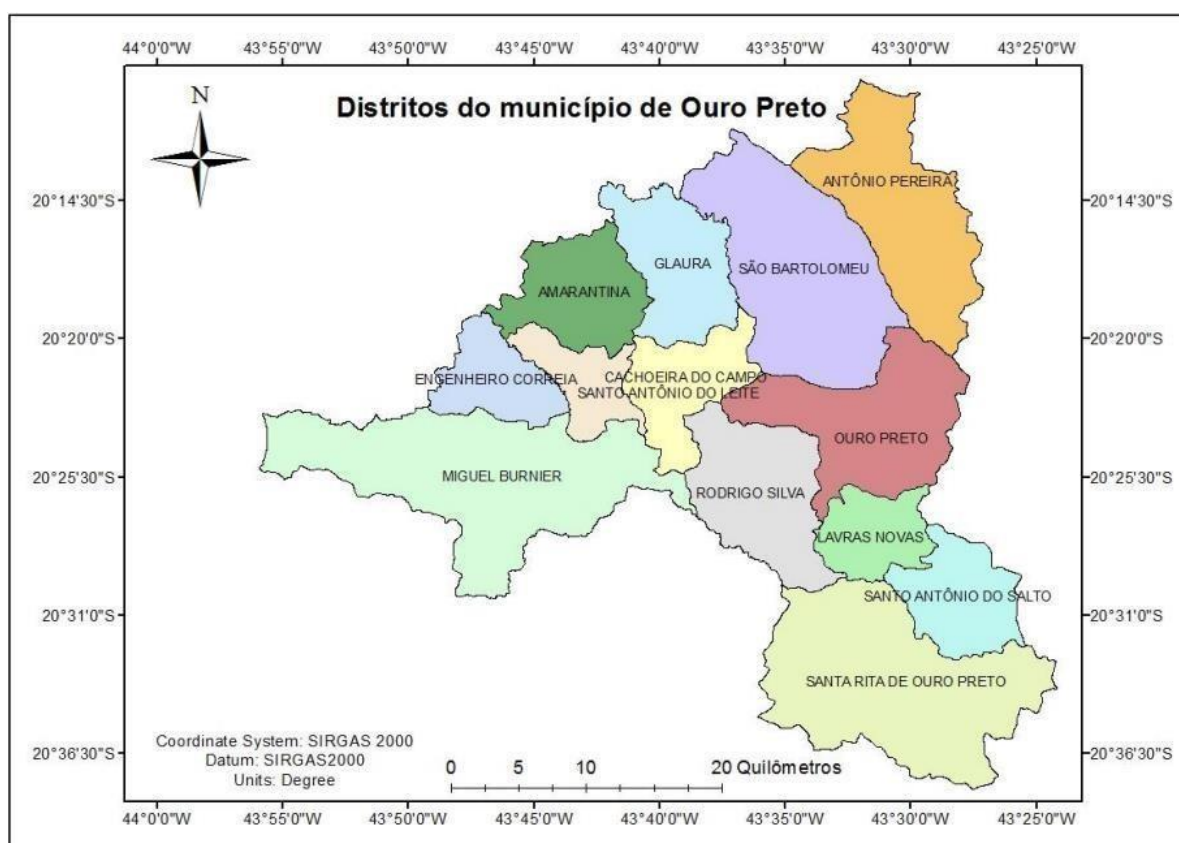
Em dezembro de 1987, com a inauguração da nova capital mineira, Belo Horizonte, Ouro Preto perde posição e população. Segundo Lemos (2011), grande parte da população ouro-pretana transferiu-se para a nova capital e a velha cidade inicia novo período de abandono.

No entanto, mesmo pela história do município apresentar certo declínio nas relações econômicas e sociais no fim do século XIX e início do século XX e, Ouro Preto é considerado de grande importância para à construção da memória nacional, já que foi cenário de importantes fatos da história brasileira, como a Guerra dos Emboabas em 1708 e a Inconfidência Mineira em 1789. Além do mais, em 1938 foi tombada e declarada como Patrimônio Nacional pelo Patrimônio Nacional pelo Serviço de Patrimônio Histórico e Artístico Nacional - SPHAN, o atual Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional - IPHAN e em 1980 a UNESCO inscreve Ouro Preto na lista das cidades com o título de “Patrimônio Cultural da Humanidade” (PREFEITURA MUNICIPAL DE OURO PRETO, 2018).

Em agosto de 1969, a partir da junção da Escola de Farmácia e da Escola de Minas foi criada a Universidade Federal de Ouro Preto, que no ano de 2018 conta com 47 cursos de graduação presencial e cinco cursos de graduação a distância (UFOP, 2018).

Em 2018, o município constituiu-se em sua sede, a cidade de Ouro Preto, e outros doze distritos, de acordo com a Figura 5, sendo eles: Amarantina, Antônio Pereira, Cachoeira do Campo, Engenheiro Correia, Glaura, Lavras Novas, Miguel Burnier, Rodrigo Silva, Santa Rita de Ouro Preto, Santo Antônio do Leite, Santo Antônio do Salto e São Bartolomeu.

Figura 5: Distritos do município de Ouro Preto - MG



Fonte: Teixeira (2017)

3.2 Pesquisa bibliográfica

No que tange à pesquisa bibliográfica que constitui este trabalho, utilizou-se do procedimento metodológico proposto por Gil (2002), baseado nas seguintes fases:

- Identificação das fontes
- Localização das fontes
- Organização lógica do assunto e redação do texto

3.2.1 Identificação das fontes

Procurou-se, por meio da internet, referências bibliográficas, através de artigos científicos e dissertações, que relatassem fatos sobre os marcos históricos do saneamento em Ouro Preto-MG, principalmente em relação ao esgotamento sanitário, no século XIX. Relata-se que não foi possível encontrar um vasto material, no entanto, é válido ressaltar que as pesquisas de Fonseca (2004) e Fonseca & Prado Filho (2010) foram de grande aplicação. Em relação aos materiais que se referem aos séculos XX e XXI, verificou-se maior facilidade na busca por fontes, que também se baseou em artigos científicos, dissertações e teses.

3.2.2 Localização das fontes

Em virtude da atual facilidade e da intensa disseminação de fontes bibliográficas em material eletrônico, a presente pesquisa utilizou-se das fontes bibliográficas por meio da internet acessando repositórios de universidades e periódicos científicos.

3.2.3 Organização lógica do assunto e redação do texto

Com base nas fases anteriores, realizou-se uma organização do assunto, seguindo uma ordem cronológica que está expressa no item “Resultados”.

3.3 Pesquisa documental

Em relação à pesquisa documental que compõem este trabalho, utilizou-se do procedimento metodológico também proposto por Gil (2002), baseado nas seguintes fases:

- a) Identificação das fontes
- b) Localização das fontes e obtenção do material
- c) Tratamento dos dados
- d) Construção lógica e redação do trabalho

3.3.1 Identificação das fontes

A partir de uma pesquisa preliminar, investigando-se superficialmente a respeito do sistema de esgotamento sanitário de Ouro Preto-MG do século XIX ao XXI, as informações necessárias relacionadas às fontes foram divididas em duas classes distintas. Fontes que trazem informações do sistema de coleta e tratamento de esgoto sanitário do século XIX, que são baseadas em mapas, relatos, cartas e desenhos, e as informações que retratam esse sistema nos séculos XX e XXI por meio de documentos oficiais, reportagem de jornais e entrevistas.

3.3.2 Localização das fontes e obtenção do material

Identificou-se, inicialmente, no município de Ouro Preto-MG as instituições que poderiam apresentar algum acervo referente ao sistema de esgotamento sanitário do século XIX. Dentre os possíveis locais, selecionou-se o Museu de Ciência e Técnica da Escola de Minas da UFOP, a Biblioteca de Obras Raras da Escola de Minas da UFOP, a Câmara de Vereadores de Ouro Preto-MG, a Casa do Pilar – Anexo do Museu da Inconfidência, e o Museu e Arquivo Histórico Memorial Padre Luiz Gonzaga Pinheiro.

Após ligações telefônicas e visitas, verificou-se que, em Ouro Preto-MG, apenas o Museu e Arquivo Histórico Memorial Padre Luiz Gonzaga Pinheiro, onde consta o Arquivo Público Municipal de Ouro Preto, detém parte do material histórico referente às informações desejadas.

Em relação às informações que retratam a situação de coleta e tratamento do esgoto sanitário de Ouro Preto-MG nos séculos XX e XXI, optou-se por informações advindas de reportagens, relatórios técnicos e documentos oficiais da Prefeitura retiradas basicamente de sites eletrônicos, além de documentos fornecidos pela Secretaria Municipal de Meio Ambiente - SEMMA e pelo Serviço Municipal de Água e Esgoto de Ouro Preto – SEMAE, e entrevistas com o ex-vereador e ex-vice-prefeito, Sr. Flávio Andrade, com o Diretor Técnico do SEMAE, Sr. Luciano Pereira, e com o Secretário Municipal de Meio Ambiente e ex- professor da UFOP, Sr. Antenor Barbosa.

3.3.3 Tratamento de dados

Nesta etapa utilizou-se da metodologia de Bardin (s.d.) *apud* Gil (2002) na qual a análise do conteúdo se desenvolve em três fases. A primeira consiste na pré-análise, onde se realiza a escolha do documento e à preparação do material para análise. Posteriormente é feita a exploração do material, a última etapa constitui-se da interpretação dos dados.

Dessa forma, realizaram-se visitas ao Arquivo Histórico Memorial Padre Luiz Gonzaga Pinheiro, e com o auxílio da historiadora Helenice Afonso de Oliveira e da doutora em Demografia História, Kátia Maria Nunes Campos, analisou-se vários dos materiais contidos no acervo, referentes ao século XIX, como: documentos da Diretoria Geral de Obras Públicas de Minas, mais especificadamente o Regulamento nº 47; os relatos diários realizados pelos funcionários do sistema de água e esgoto de Ouro Preto que remetem como era realizada a manutenção do sistema de esgoto na época; o mapa de Ouro Preto do final do século XIX em que há traçado o sistema de esgoto; e publicações do “Almanack do Município de Ouro Preto” da edição de 1890 que relatam as notícias da época, inclusive as relacionadas com os sistemas de saneamento do fim do século XIX.

Em relação aos séculos XX e XXI, realizaram-se visitas à Secretaria Municipal de Meio Ambiente – SEMMA, para obtenção do Plano Municipal de Saneamento Básico (2013), e ao Serviço Municipal de Água e Esgoto de Ouro Preto – SAAE para a aquisição de documentos referentes ao sistema de esgoto atual do município, além da obtenção de dados por meio das entrevistas mencionadas anteriormente.

3.3.4 Construção lógica e redação do trabalho

Com base nas fases anteriores, realizou-se uma organização do assunto, seguindo uma ordem cronológica que está expressa no item “Resultados”.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados da presente pesquisa encontram-se detalhados nos itens a seguir e conduzem uma sequência cronológica que compreende dados do século XIX até o século XXI, mais especificadamente até o ano de 2018. Entretanto, considera-se que os dados obtidos com a revisão bibliográfica também podem ser considerados como resultados da pesquisa.

4.1 Aspectos históricos, políticos e técnicos do século XIX

Ouro preto, que na época dispunha do título de capital da província mineira, apresentava problemas de saneamento ambiental, devido à falta de planejamento, ocupações desordenadas e crescimento populacional, conforme relatado da seção 3.1. No entanto, de acordo com Fonseca (2004), Ouro Preto apresentava problemas de saúde pública em uma escala menor, quando comparadas às outras capitais, como Rio de Janeiro, Paris, Londres e Recife, isso porque o crescimento demográfico nas demais capitais era significativamente mais acelerado, assim como a proliferação de epidemias.

Contudo, no século XIX as políticas de saúde pública e saneamento vinham se alastrando pela Europa. Segundo Azevedo Netto (1979), em 1822 foi realizado o primeiro levantamento das condições sanitárias do rio Tamisa e 1847 foi construído o sistema separador de esgoto em Londres, e um ano depois se criou a Comissão Metropolitana de Esgotos de Londres juntamente com a rede de esgoto, em 1853 Hamburgo contava com uma moderna rede de esgoto, e em 1952 houve a remodelação dos esgotos de Paris.

Devido à disseminação da cultura europeia, ainda de forma mais intensa no período imperial, nos costumes brasileiros, Ouro Preto se viu, de certa forma, pressionada a evoluir em relação ao sistema de saneamento.

Tornou-se comum em Ouro Preto discursos de cunho higienistas, nos quais se alertava sobre os perigos dos maus odores dos cemitérios eclesiásticos, dos focos de infecção miasmáticos constantes nos becos imundos, do mal estado sanitário dos córregos e da necessidade de se construir um sistema de abastecimento de água e esgotos moderno, nos moldes dos que se produziam na Europa (FONSECA, 2004, p.94).

Segundo Fonseca (2004), outro acontecimento que impulsionava às mudanças em relação ao saneamento de Ouro Preto era o fato da cidade estar ameaçada em perder o título de capital pela falta de modernização em relação às demais.

Considera-se, a partir da pesquisa de Fonseca (2004), que a primeira iniciativa em relação às mudanças no âmbito sanitário em Ouro Preto ocorreu no início da década de 1880, quando a Diretoria Geral de Obras Públicas subsidiou os estudos, do engenheiro Gustavo Adolpho Wurffbain, para a construção de um bom sistema de canalização de água potável e um sistema de coleta e tratamento de esgoto. O mesmo autor afirma que em 1884 o projeto ficou pronto, entretanto, não foi aceito, devido ao elevado custo de implantação.

Em abril de 1887, de acordo com estudos de Fonseca (2004) baseado nos documentos do Arquivo Público Mineiro, o Diretor Geral das Obras Públicas da província de Minas Gerais esteve em Niterói para convidar o engenheiro Victor Francisco Braga Mello, profissional especialista em obras de sistema de água e esgoto, para coordenar um novo estudo acerca de um novo sistema de abastecimento de água e esgotos de Ouro Preto.

O projeto do engenheiro Victor Francisco Braga Mello foi aceito, e em 1889 iniciaram-se as obras do sistema de água canalizada e do sistema de coleta e tratamento de esgoto de Ouro Preto, que foram dirigidas pelo engenheiro Quintiliano Nery Ribeiro e terminaram em setembro de 1890 (FONSECA, 2004).

O engenheiro responsável pelas obras dos sistemas de água e esgoto, Quintiliano Nery Ribeiro, foi um renomado profissional da época, além de político, e influente cidadão mineiro. Natural de Juiz de Fora – MG, Quintiliano também foi responsável pelas obras dos sistemas de água e esgoto de sua cidade no século XIX (OLIVEIRA, 2016).

Nos Anexos B e C é possível visualizar a notícia, sobre a construção dos sistemas de água e esgoto pelo engenheiro Quintiliano Nery Ribeiro, por meio do “Almanack Ouro Preto”, edição de 1890.

Para a realização das obras, de acordo com a análise de documentos do Arquivo Público Municipal de Ouro Preto, vários dos materiais necessários tiveram que vir de fora, do Rio de Janeiro ou da Inglaterra, incluindo os próprios tijolos, além de registros, tubos e curvas de ferro fundido, torneiras e etc. Destaca-se que os tijolos utilizados para a construção do sistema de esgoto podem ser vistos, ainda nos dias de hoje, no local onde foi construída a estação de tratamento de esgoto na época, que era denominada “Tanques de desinfecção da Barra”. Além dos tijolos, é possível visualizar, no mesmo no local, a tubulação principal responsável por conduzir o esgoto aos tanques de desinfecção. Os tijolos utilizados podem ser observados na Figura 6, salientando-se para o selo do Império, e a tubulação pode ser visualizada na Figura 7.

Figura 6: Tijolos do Rio de Janeiro utilizados no Tanque de Desinfecção da Barra



Fonte: Fotografia da autora (2018)

Figura 7: Tubulação principal do século XIX



Fonte: Fotografia da autora (2018)

Todo o esgotamento sanitário da cidade de Ouro Preto, a partir da construção do sistema de coleta e tratamento, era encaminhado por gravidade aos “Tanques de Desinfecção da Barra”. Com base no mapa, exemplificado pela Figura 8, analisado no Arquivo Público Municipal de Ouro Preto, percebe-se que realmente toda a cidade era beneficiada com esse sistema, assim como, com o sistema de água canalizada potável.

Figura 8: Mapa de Ouro Preto com o sistema de esgoto, água e iluminação.



Fonte: Arquivo Público Municipal de Ouro Preto. Planta de nº 03 (1903)

As tubulações de coleta de esgoto passavam por toda a cidade, e todo o esgotamento sanitário era conduzido por gravidade aos “Tanques de Desinfecção da Barra”, que foi construído no bairro da Barra, especificadamente, no atual Beco da Mãe Chica. Esses tanques podem ser considerados como a primeira estação de tratamento de esgoto de Minas Gerais, além de contar com um sistema moderno para época. A partir dos documentos presentes no Arquivo Público Municipal de Ouro Preto, não foi possível identificar, de fato, como era realizado o sistema de funcionamento dos tanques, assim como, a vazão, a manutenção e etc. Entretanto, a partir da análise da estrutura, que ainda estão presentes no local, do sistema de tratamento, as informações de Fonseca (2004), e a revisão bibliográfica sobre o tratamento de esgoto no século XIX, infere-se que o tratamento era um processo físico-químico baseado, predominantemente, na sedimentação. Apresentava um tratamento preliminar para a remoção de sólidos grosseiros, o processo de sedimentação para a separação da fração sólida da líquida, e a etapa de desinfecção. O sistema, segundo Fonseca (2004), incluía gradeamento, caixa de mistura/desinfecção e 3 câmaras de sedimentação.

A partir dos relatos presentes nos Relatórios do Sistema de Água e Esgoto de Ouro Preto, contidos no Arquivo Público Municipal de Ouro Preto, verifica-se que esses

tanques eram “lavados” ou “desinfeccionados” em uma periodicidade alta. Não se pode concluir que os tanques eram “lavados” ou eram “desinfeccionados” diariamente, pois os documentos analisados correspondem apenas sobre o ano de 1893.

De acordo com os mesmo relatos diários, observou-se, na mesma amostra, que os tanques eram “lavados”, “lavados e desinfeccionados” ou “desinfeccionados”. Atribui-se o termo “lavar” ao processo de remoção de material sedimentável no fundo do tanque, o que é denominado, atualmente, de lodo. Em relação ao termo “desinfeccionar”, nada mais é que o processo que almeja a destruição de agentes microbiológicos, atualmente o termo usual é processo de desinfecção ou o ato de desinfetar.

Como mencionado anteriormente, não foram encontrados, em Ouro Preto, documentos que relatassem como ocorria o processo de tratamento de esgoto. Observando os relatos diários presentes nos Relatórios do Sistema de Água e Esgoto de Ouro Preto, verificou-se, nas notações, a utilização de garrafas de álcool, em uma certa frequência. Em um primeiro momento, após sugestão das historiadoras do Arquivo Público Municipal de Ouro Preto, imaginou-se que estas garrafas de álcool poderiam ser o agente desinfetante utilizado na época. No entanto, após uma discussão sobre essa hipótese com os professores da área de engenharia ambiental da UFOP, além de uma discussão², via e-mail, com o Professor Doutor Eduardo Pacheco Jordão da UFRJ, descartou-se essa possibilidade. No Rio de Janeiro, neste mesmo período, a tecnologia de tratamento de esgoto utilizava de soluções de cal e sulfato de alumínio antes do efluente alcançar os tanques de decantação (SILVA, 1975). Dessa forma, acredita-se que em Ouro Preto o processo era similar, já que não havia muitas técnicas na época. Na Figura 9, é possível notar que o efluente, antes de atingir os tanques de sedimentação, passava por uma caixa de mistura, na qual, era aplicado o agente desinfetante. No Anexo A consta um dos relatos em que é possível verificar a utilização do álcool, por meio da frase “Tirou-se do depósito 2 garrafas de álcool”

² Comunicação eletrônica, via e-mail, com o Prof. Dr. Eduardo Pacheco Jordão da UFRJ, engenheiro civil e sanitário, especialista em tratamento de esgoto, e autor do clássico livro “Tratamento de Esgotos Domésticos”, que já está em sua 7ª edição.

Figura 9: Caixa de mistura/ desinfecção



Fonte: Fotografia da autora (2018)

Associado à construção do sistema de coleta e tratamento de esgoto, assim como o sistema de canalização de água potável, foi instituído um regulamento, no efeito de estabelecer regras para o controle dos sistemas. Na atualidade, o tipo de regulamento utilizado na época se assemelha a uma Portaria, Resolução ou Legislação Estadual/Municipal.

Foi instituído, pela Diretoria Geral da Obras Públicas, o Regulamento 47, em 14 de fevereiro de 1891, no qual era denominado “Regulamento para o policiamento do serviço de águas e esgotos da Capital”:

Art.1º: É propriedade do Estado a rede de canalização de água potável e esgotos construídos [...] para o serviço de saneamento da cidade de Ouro Preto.

§único: Os que danificarem ou destruírem as obras executadas incorrerão a uma multa correspondente ao dobro do valor da

destruição ou do dano [...] e serão punidos nos termos das leis em vigor [...].

Art.2º: A diretoria geral de obras públicas pertence à fiscalização deste ramo de serviço, e a ela devem ser dirigidas as reclamações ou pedidos em relação a ela.

Art.3º: As autoridades policiais, sempre que for preciso ou reclamado, prestarão o auxílio necessário [...].

Art.5º: Os prédios ou edifícios que se construírem no perímetro da cidade, ficarão sujeitos ao regime estabelecido para o saneamento dos atuais, e serão para isto obrigados a respectiva despesa.

Art.8º: Nenhum proprietário poderá se utilizar dos esgotos do antigo sistema, os quais são obrigados a demolir dentro do prazo máximo e improrrogável de trinta dias, contando desta data, sob pena de multa [...].

Art.9º: Todo o proprietário é obrigado a ter água em seu prédio, em altura necessária para a lavagem da latrina [...] (OURO PRETO, 1981).

No entanto, o que se percebe ao realizar uma revisão bibliográfica que trata de assuntos de saneamento da época, é que os sistemas sanitários de Ouro Preto, do século XIX, foram “esquecidos” por vários autores. Azevedo Netto (1979) em seu artigo “Cronologia dos serviços de esgoto, com especial menção ao Brasil” se quer menciona Ouro Preto em seus estudos, livros conceituados na área de saneamento como o de Jordão e Pessôa (1995) que retratam nos capítulos iniciais os aspectos da história do saneamento no Brasil, também parecem ter se “esquecido”. Diante desse contexto, Fonseca e Prado Filho (2010) publicam sobre esses sistemas de água e esgoto da capital mineira, no século XIX, e relatam esse “descaso”, no artigo “Um esquecido marco do saneamento no Brasil: o sistema de águas e esgotos de Ouro Preto (1887-1890)”.

4.2 Aspectos históricos, políticos e técnicos do século XX

No século XX, por volta de 1930, segundo a historiadora do Arquivo Público Municipal de Ouro Preto, Oliveira³ (2018) e Fonseca (2004), as etapas do tratamento do esgoto sanitário de Ouro Preto – MG, que consistiam nas lavagens e desinfecção, foram interrompidas. Não se sabe a explicação exata que resultou nesta decisão, mas o fato de Belo Horizonte tornar-se a capital mineira em 1897 pode ser considerado como uma possível justificativa, já que Ouro Preto, desde então, perdeu prestígio e influência econômica/social. Faz-se um paralelo, que na mesma época, ocorria à crise de 1929, também conhecida como “Grande Depressão”, ocasionada pela queda da bolsa de valores de Nova York (CANO, 2007), afetando de maneira drástica a economia brasileira e, portanto atingindo as verbas públicas, de modo que os cortes de gastos foram intensificados.

O século XX pode ser considerado, para o Brasil, como um período fundamental para a difusão das questões sanitárias, principalmente água e esgoto. Até então, os sistemas de água e esgoto eram exclusivos às cidades consideradas “importantes”, como as capitais, por exemplo, Belo Horizonte, Rio de Janeiro, Ouro Preto, etc (OLIVEIRA & BORDIN, 2016).

Oliveira & Bordin (2016) expõem a partir de seus estudos, que os serviços de água e esgoto são protagonizados no século XX e ganham destaque. Segundo os mesmos autores, a partir desta época, os serviços que até então eram operacionalizados por empresas estrangeiras, principalmente as companhias inglesas, são direcionadas para companhias estatais brasileiras.

O estado de Minas Gerais, nesta época, expandiu estes serviços para os demais municípios, já que no século XIX estes sistemas eram restritos a algumas cidades, a partir da criação, em 1963, da Companhia Mineira de Água e Esgoto - COMAG, por meio da Lei Estadual 2.842/1963. O objetivo era executar uma política de saneamento ampla, que atendesse uma maior faixa da população (MINAS GERAIS, 1963).

³ Comunicação oral com Elenice Oliveira, historiadora do Arquivo Público Municipal de Ouro Preto. Ouro Preto, 2018.

Um pouco mais adiante, em 1973 a COMAG passa por uma série de modificações para se adequar as necessidades de Minas Gerais, e altera seu nome para Companhia de Saneamento de Minas Gerais – COPASA, porém, a prestação de serviços de água e esgoto continua como a principal atividade da companhia (MINAS GERAIS, 1973).

Com a criação da COPASA, de acordo com Freitas (2013), o plano de desenvolvimento a ser seguindo era para atender 80% da população urbana com água potável e coletar esgotos em pelo menos 50% das cidades da Região Metropolitana de Belo Horizonte e principais cidades mineiras.

Com sua criação de 1974, a COPASA já atingia uma população superior a 800 mil habitantes em relação aos serviços de esgoto, e quatro anos após sua fundação, em 1978, essa população atendida já ultrapassava um milhão de pessoas (COPASA, *apud* FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO, 1996).

Entretanto, o cenário do município de Ouro Preto se encontrava em situação divergente com essas políticas de saneamento do estado de Minas Gerais. Ouro Preto não se filiou, durante todo o século XX, à COPASA, e nem criou sua própria autarquia que controlasse os serviços de água e esgoto do município.

De acordo com uma entrevista realizada com Flávio Andrade ex-vereador e ex-vice-prefeito engajado nas questões ambientais e sanitárias do município, a cultura ouro-pretana juntamente com questões políticas eleitorais, não permitiram que Ouro Preto tomasse as devidas providências em relação ao sistema de esgoto e de água, durante o século XX.

O sistema de água e de esgoto sempre foi tratado de uma maneira muito “politiqueira”. A COPASA foi, durante essa época, uma grande vilã das eleições municipais de Ouro Preto⁴.

Neste período, Ouro Preto não contava nem mesmo com a tarifação da água potável, nem ao menos com a instalação de um novo sistema de tratamento de esgoto. Segundo Andrade⁴ (2018), Ouro Preto cobrava, dentre o valor do IPTU, um valor irrisório sobre a concessão do serviço de água potável e coleta de esgoto.

⁴ Entrevista concedida por Flávio Andrade, ex-vereador e ex-vice-prefeito, atualmente servidor público da UFOP. Entrevistador: Autora, Ouro Preto, 2018.

O entrevistado afirma que, diante da questão cultural que foi disseminada em Ouro Preto, pagar por serviços de saneamento, como os de água e esgoto, é tido como algo atípico e que gera custos que não devem ser pagos pela população. Contudo, há um medo “político eleitoral” em torno dessa questão, já que o candidato às eleições municipais que propor este tipo de serviço e de cobrança pelo mesmo estará sujeito a grandes riscos, principalmente o de perder as eleições.

Diante dessas questões, o século XX, no que tange às questões de esgotamento sanitário, foi marcado por uma situação anômala, já que o tratamento de esgoto implementado no século XIX, foi interrompido, e poucas evoluções foram efetuadas. Pode-se dizer que, enquanto os demais municípios passaram por mudanças sanitárias, como melhoria na qualidade da água potável oferecida, tarifação de serviços de água e esgoto, melhorias no sistema de tratamento e coleta de esgoto, Ouro Preto seguiu sem tarifação e hidrometragem de água, e sem sistema de tratamento de esgoto, além de não possuir autarquia municipal de saneamento e nem se filiar a companhia de saneamento de Minas Gerais, a COPASA. Comenta-se que, nesse período, as questões do saneamento de Ouro Preto eram de responsabilidade de um departamento da Prefeitura, vinculado à Secretaria de Obras, denominado de DAE – Departamento de Águas e Esgoto.

A situação de Ouro Preto no século XX, em relação ao esgotamento sanitário, se torna um tanto quanto contrária quando comparada a vários outros municípios. Isso porque, a cidade detinha de um tratamento, que se iniciou quando as preocupações com o meio ambiente e saúde pública eram incipientes, e interrompeu esse tratamento quando essas questões começaram a ser problematizadas de uma forma mais intensa.

Foi no século XX que as preocupações ambientais ganharam força no cenário mundial. No ano de 1972 em Estocolmo foi realizada a 1ª Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano, em que diversos chefes de estados do mundo todo se reuniram para discutir sobre questões ambientais. Além disso, no fim do século XX a ONU aprova um documento no qual estabelece o compromisso de prezar pela sustentabilidade do Planeta, criando objetivos que ficaram conhecidos como “Metas do Milênio”, e o saneamento básico é incluído nesses objetivos (ONU, s.d).

Mesmo com as questões ambientais e sanitárias ganhando força no cenário mundial, Ouro Preto termina o século XX sem nenhum tipo de tratamento de esgoto realizado por estação de tratamento. Não se sabe ao certo a porcentagem, na época, de volume de esgoto tratado, porém, devido ao fato das operações dos “Tanques de Desinfecção da Barra” terem finalizado, por volta de 1930, e não ter havido nenhum outro sistema de tratamento para substituí-lo, entende-se que a porcentagem de tratamento após 1930, até o fim do século XX, era próxima de zero.

Em relação à coleta de esgoto, de acordo com dados do DATASUS de 1991, a porcentagem da população atendida com rede geral de esgoto ou pluvial neste ano foi próxima de 62%. Já os dados do DATASUS de 2000, evidenciam que 73,4% da população apresentava acesso a rede esgoto (IBGE, 2000 *apud* DATASUS, 2002).

Dessa forma, conclui-se que no fim do século XX, Ouro Preto apresentava 73,4% de coleta de esgoto (IBGE, 2000 *apud* DATASUS, 2002) e não apresentava nenhum sistema de tratamento, totalizando algo próximo a 0%.

4.3 Aspectos históricos, políticos e técnicos do século XXI.

Considera-se que no século XXI, do início 2001 até 2018, data final da presente pesquisa, Ouro Preto apresentou algumas iniciativas para avançar no sistema de esgotamento sanitário. Este período foi marcado pela realização de determinados projetos, algumas tentativas, e a criação de instituições ambientais com especialização em saneamento. Dentre essas ações, menciona-se:

- Criação do Serviço Municipal de Água e Esgoto de Ouro Preto – SEMAE, em fevereiro de 2005 (SEMAE, 2008).
- Início do contrato com a BIOMA Consultoria Ambiental Ltda, em novembro de 2006, empresa responsável pelo estudo de impacto ambiental para a implementação de redes coletoras de esgotos, de redes interceptoras e emissários de esgotos dos Vales dos Córregos Caquende, Sobreiro, Contos e Funil e da ETE na área urbana da cidade de Ouro Preto, conhecida como ETE Osso de Boi (SEMAE, 2008).
- Proposta de construção do sistema de esgotamento sanitário no distrito de São Bartolomeu, em 2006, composto por: rede interceptora, estação elevatória e estação de tratamento de esgotos (COUTO, 2012)

- Inauguração das obras da ETE do distrito de São Bartolomeu, e início das operações de tratamento de esgoto, em 2008 (COUTO, 2012).
- Início das obras da ETE Osso de Boi, em 2010. Salienta-se que as obras estão paralisadas e sem previsão para inauguração (FEAM, 2015).
- Elaboração do Plano Municipal de Saneamento Básico do município de Ouro Preto, concluído em 2013, realizado pela DRZ Geotecnologia e Consultoria S/S Ltda.
- ETE Samarco
- Projetos ETE Lavras Novas, ETE Glaura, ETE Antônio Pereira, Amarantina e Santo Antônio do Leite
- Biodigestores Miguel Bounier

4.3.1 Criação do SEMAE – OP

Em fevereiro de 2005, o município de Ouro Preto, por meio da Lei Municipal 13/2005, cria o Serviço Municipal de Água e Esgoto de Ouro Preto, o SEMAE – OP, como entidade autárquica municipal de direito público, personalidade jurídica própria, sede e foro na cidade de Ouro Preto (OURO PRETO, 2005).

Compete-se ao SEMAE – OP, a partir da Lei Municipal 13/2005:

- I. Operar, manter, conservar e explorar, diretamente, os serviços de água e esgotos sanitários, na sede, nos distritos e nos povoados;
- II. Estudar, projetar e executar, diretamente ou mediante contrato com organizações especializadas em engenharia sanitária, as obras relativas à construção, ampliação ou remodelação dos sistemas públicos de abastecimento de água potável e de esgotos sanitários;
- III. Atuar como órgão coordenador e fiscalizador da execução dos convênios firmados pelo Município ligados à sua área de atuação para estudos, projetos e obras de construção, ampliação ou remodelação dos serviços públicos de abastecimento de água e de esgotos sanitários;
- IV. Lançar, fiscalizar e arrecadar taxas de contribuição que incidirem sobre os terrenos beneficiados com tais serviços;

- V. Exercer quaisquer outras atividades relacionadas com os sistemas públicos de abastecimento de água e de esgotamento sanitário, compatíveis com as leis gerais e especiais (OURO PRETO, 2005)

A criação do SEMAE – OP ocorreu durante o mandato, de 2005 a 2008, do Prefeito Ângelo Oswaldo e do Vice- Prefeito Flávio Andrade. Segundo entrevista com Andrade³ (2018):

Em 2005, seguindo uma linha moderna, preferiu-se criar uma autarquia municipal para serviços de saneamento. Por questões ideológicas, posso dizer que sou um municipalista convicto, e um órgão municipal tem preocupações, diretrizes e políticas mais específicas ao município do que um órgão estadual, como a COPASA.

Até o ano de 2010, Ouro Preto não cobrava um valor mensal pelo uso da água, não era aplicado nem às residências, nem ao setor comercial e industrial. O que acontecia, era a cobrança “simbólica”, que ocorria acrescido ao valor do IPTU, pelos sistemas de água e esgoto, à população.

A fim de evoluir em relação serviços de água e esgoto, implantou-se em 2010, a Tarifa Básica Operacional (TBO), que possui um valor fixo mensal, valor correspondente ao serviço de água e esgoto, que é cobrado pela disponibilização dos serviços, independente do uso (SEMAE, 2018). Ou seja, em Ouro Preto não há hidrômetro, e, portanto a cobrança do uso da água não se dá em relação ao volume utilizado, é cobrado um valor fixo que independe do uso.

Pode se considerar a falta de hidrometragem em Ouro Preto como algo atípico diante dos demais municípios mineiros. Apesar de bem-visto pela maioria da população, é alvo de críticas por muitos. Durante crise hídrica brasileira, em 2015, em que vários municípios sofreram drasticamente com a escassez de água, Wanderley Kuruzu Rossi Jr⁵ realizou uma reportagem, por meio de veiculação online, no “Jornal GGN” com o título de “Cidades Brasileiras ainda não cobram pelo uso de água”, e cita Ouro Preto:

⁵ Ex-vereador do município de Ouro Preto, MG

Ouro Preto, patrimônio cultural da humanidade, não possui hidrômetros. Isso mesmo! Cada um gasta, desperdiça o quanto bem quer. Que cultura é essa que permite tamanha insensatez em plenos tempos de crise hídrica no País?! Repito: cada um gasta, desperdiça o quanto bem quer. Hotéis, pousadas, restaurantes, clubes, indústrias, ricos, lavadores de terreiros e calçadas, postos de gasolina que oferecem "duchas gratuitas" para atrair clientes etc. Uma irracionalidade. Um escândalo (ROSSI JUNIOR, s.d.)

4.3.2 Projeto de um novo sistema de esgotamento sanitário para a cidade de Ouro Preto – MG: redes coletoras separadoras, interceptores, elevatória e ETE Osso de Boi.

De acordo com o Relatório de Controle Ambiental – RCA (SEMAE, 2009), elaborado como instrumento para o licenciamento ambiental do empreendimento, a fim de subsidiar a análise das obras de implantação dos interceptores, emissários, elevatórias, reversão de esgoto e da ETE, Ouro Preto não contava com um sistema separador absoluto de coleta de esgotos sanitários da área urbana central da sede do município até o ano de 2009. Ou seja, até essa data, a rede coletora de esgoto existente baseava-se em um sistema único, juntamente com rede de drenagem pluvial. Além do mais, a sede de Ouro Preto não contava com interceptores, emissários e nem qualquer tipo de tratamento de esgoto.

O mesmo relatório também descreve que, até 2009, as ligações domiciliares de esgotos não eram padronizadas, e as moradias nas margens dos córregos, que cruzam a região central da cidade de Ouro Preto, muitas vezes, lançavam os esgotos pelos fundos das residências, diretamente nos córregos. Vale ressaltar, que essa prática ainda é comum e pode ser visualizada por meio da Figura 10.

Figura 10: Lançamento de esgoto diretamente nos cursos d'água



Fonte: Fotografia da autora (2018)

Devido aos problemas que a cidade sofria com o sistema de esgotamento sanitário, projetou-se em 2009 um sistema de esgotamento sanitário constituído, basicamente, por sistema de interceptção, elevação e tratamento e rede coletora separadora.

4.3.2.1 Rede coletora

Como mencionado anteriormente, até o ano de 2009, período em que se projetou um novo sistema de esgotamento sanitário para a cidade de Ouro Preto, existiam apenas redes coletoras mistas, ou seja, a rede de esgotos se dava juntamente com a rede pluvial.

Comenta-se que houve dificuldade em encontrar dados relacionados à malha coletora de esgoto de Ouro Preto. O PMSB – OP (2013) ressalta o mesmo problema, afirmando que ausência de cadastro técnico fidedigno que registraria de forma precisa a característica e a locação dos trechos da rede coletora, e ainda, a carência de informações complementares específicas sobre o funcionamento dos vários trechos da malha de rede, prejudicam consideravelmente o levantamento quantitativo/qualitativo da estrutura total do sistema coletor de esgotamento sanitário do município.

Devido a esta dificuldade, realizou-se uma entrevista com o Diretor técnico do SEMAE – OP, Sr. Luciano Pereira, a fim de coletar informações e verificaram-se dados do PMSB – OP de 2013.

Segundo Pereira⁶ (2018), em 2010 iniciou-se o processo de revitalização das redes coletoras de Ouro Preto. O município detinha a malha coletora, que foi instalada no século XIX, porém pelo fato da rede ser mista, o SEMAE – OP optou-se por adequar o sistema de coleta de esgoto a redes separadoras. No entanto, essa revitalização das redes coletoras de esgoto ocorreu de forma mais intensa na parte central e histórica da cidade, com o objetivo de diminuir a carga de esgoto dos córregos dos Contos, Caquende e Sobreiro, sobre um viés turístico e econômico.

Com isso, a partir deste período, a cidade de Ouro Preto, passou a contar redes mistas e separadoras absoluta de esgoto.

⁶ Entrevista concedida por Luciano Pereira, Engenheiro civil, Mestre em Engenharia ambiental pelo PROAMB UFOP, funcionário do SEMAE desde 2009 e atualmente Diretor técnico da instituição

4.3.2.2 Interceptores

Os critérios e parâmetros utilizados para o dimensionamento dos interceptores foram definidos com base nas normas da ABNT: NBR9649/86 – Projeto de Redes Coletoras de Esgoto Sanitário; NBR14486/00 – Sistemas Enterrados para Condução de Esgoto Sanitário – Projeto de Redes Coletoras com Tubos de PVC; NBR-12207/92 – Projeto de Interceptores de Esgoto Sanitário (SEMAE, 2009).

Em relação ao material para os interceptores, verificou-se a partir do SEMAE (2009), com base no RCA elaborado pela Bioma Consultoria em 2009, que para diâmetros entre 150 e 300 mm o material adequado seria o PVC rígido ocre, conforme EB-644/88, e pra diâmetros superiores a 400 mm, o ferro fundido, conforme NBR-7663 da ABNT, seria indicado.

Os critérios utilizados para o dimensionamento desses interceptores, segundo SEMAE (2009), foram:

- Vazão de dimensionamento para início de plano:
- Vazão de dimensionamento para final de plano
- Vazão mínima de dimensionamento
- Coeficiente de Manning
- Diâmetro mínimo
- Recobrimento mínimo da tubulação a ser assentada na rua
- Material
- Declividade
- Degrau e tubo de queda
- Controle de remanso
- Posições obrigatórias para os poços de visita
- Tipos de poços de visita

Foi solicitado ao SEMAE, algum tipo de mapa, que fosse possível visualizar em quais locais esses interceptores passam. No entanto, o SEMAE não disponibilizou, a tempo, os dados solicitados. Também não foi possível obter informações referentes à extensão dos interceptores instalados. Comenta-se, que devido às falhas dos estudos de impacto ambiental, oriundos do processo de licenciamento ambiental, essas informações não constavam nos estudos.

4.3.2.3 Estação elevatória

Com a finalidade de conduzir os esgotos reunidos até a planta do tratamento proposto, foi projetada uma unidade de recalque denominada de EEF – Estação Elevatória Final de Esgoto na qual o dimensionamento se deu por meio de quatro bombas do tipo submersíveis, do fabricante “FLYGT”, com eficiência de 58,9% (SEMAE, 2009).

Ressalta que, avaliando o RCA (2009), os critérios utilizados para dimensionamento destas unidades seguiram os princípios da NBR- PNUB - 569 (Elaboração de Projetos de Elevatórias e Emissários de Esgotos Sanitários) e na NBR-12208/92 (Projetos de Estações Elevatórias de Esgoto Sanitário).

Segundo o Relatório da FEAM (2013), as obras correspondentes à estação elevatória não foram concluídas em totalidade.

4.3.2.4 Estação de tratamento de esgoto – ETE Osso de Boi

De acordo com o Parecer Único da SUPRAM (2009), a ETE Ouro Preto, também conhecida como ETE Osso de Boi, foi projetada para atender 29.652 habitantes em início de plano e 59.793 habitantes em final de plano, correspondentes às vazões médias de 48,05 l/s e 96,89 l/s, respectivamente, conforme a Tabela 5. Para o dimensionamento consideraram-se populações fixa e flutuante devido à particularidade da cidade turística. Comenta-se que essas informações foram retiradas da SUPRAM (2009), devido à falha dos estudos de impacto ambiental (PCA/RCA), de não apresentarem estes dados.

Tabela 4: Etapas de Implantação

Etapas	Ano	Pop. Atendida	Índice de Atendimento	Vazão (l/s)
Primeira	2008 a 2017	29.652	60%	48,05
Segunda	2018 a 2027	59.793	95%	96,89

Fonte: SUPRAM (2009).

A eficiência global estimada para o sistema foi superior ou igual a 85% na remoção de DBO, estimando-se uma concentração no efluente tratado inferior a 60 mg DBO/L (SUPRAM, 2009).

Em relação aos custos, o valor estimado para as obras do sistema de esgotamento sanitário, incluindo as redes coletoras, interceptores, emissário e a ETE, foi de R\$ 9.592.694,88 (SUPRAM, 2009). A partir de uma entrevista com o Diretor Técnico do SEMAE, Sr. Luciano Pereira, relatou-se que o Ministério das Cidades, por meio da Caixa Econômica Federal, juntamente com o SEMAE, foram os responsáveis pelo financiamento das obras.

O projeto da ETE, segundo o SEMAE (2008) por meio do PCA elaborado em 2008, e do Parecer Único da SUPRAM (2009), utilizado no processo de licenciamento ambiental, compreende um tratamento terciário, constituído das seguintes etapas:

- Tratamento Preliminar

Composto por gradeamento, desarenador e Calhar Parshall.

- Gradeamento: grade com espessura das barras de 3/8", espaçamento de 15 mm entre elas e inclinação 45°.
- Caixa de areia: 01 unidade de 9,50 m de comprimento e 1,45 m de largura.
- Medidor de vazão: tipo Parshall com largura de garganta de 22,09 cm.

- Tratamento Secundário

Inicialmente, o efluente foi projetado para percorrer por reatores anaeróbios de fluxo ascendente e manta de lodo – UASB, em concreto. De acordo com o projeto dimensionou-se oito unidades construídas em formato retangular, comprimento de 9,64 m, largura de 7,23 m e altura útil de 5,0 m.

Após estas unidades de reatores UASB, projetou-se que o efluente seguisse por filtros percoladores de alta taxa. Dimensionou-se duas unidades com diâmetro de 2200 cm com distribuidor rotativo acionado pela reação dos jatos, leito filtrante de 200 cm com brita nº 1.

Em seguida, o projeto idealizou que o efluente seguisse para dois decantadores secundários com diâmetro de 17 m, altura útil de 3,60 m, com vertedores periféricos, caixa e raspador de espuma, raspador rotativo de fundo mecanizado.

Em relação à disposição do lodo proveniente dos reatores UASB, projetou-se que ocorreria através de um sistema tubular geotêxtil. Já em relação ao biogás gerado, com produção estimada de 1.449,50 m³/dia, o destino projetado foi o queimador de gás. Além disso, projetou-se a recirculação do lodo dos decantadores para os reatores UASB e a recirculação do efluente dos decantadores ao sistema de tratamento.

- Tratamento Terciário

Composto de desinfecção, realizado por lâmpadas ultravioletas, com o objetivo de eliminar patógenos.

No entanto, a construção da ETE Osso de Boi, em que a execução das obras se iniciou em 2010, pela construtora COPIL, segundo Pereira⁵ (2018), encontra-se paralisada. De acordo com o PMSM – OP (2013), até o momento da execução do Plano, em 2013, a ETE estava com 35% de suas obras concluídas. Por meio de entrevista com Sr. Luciano Pereira, sabe-se que desde a elaboração do Plano de Saneamento não houve evolução na construção, contudo, no ano de 2018 as obras continuam paralisadas, sem previsão de retorno, e com apenas 35% de conclusão.

De acordo com entrevista realizada com o Diretor técnico do SEMAE – OP, Sr. Luciano Pereira, existem uma série de motivos que culminaram na paralisação destas obras. Incompatibilidades de projeto, localização do empreendimento, e problemas geotécnicos são os fatores principais que, segundo Luciano Pereira, contribuíram para que as obras não se concluíssem.

Os erros dos quantitativos de projeto no orçamento, oriundos da empresa responsável pelo projeto da ETE, culminaram em ajustes necessários de licitação e orçamento, e diante de todo um processo burocrático com o Governo Federal, órgão financiador da obra, resultou em novos procedimentos de análises e aprovação, segundo PMSB – OP (2013), que foram responsáveis por paralisação das obras.

Em relação à escolha do local a ser implantado a ETE, de acordo com o RCA (SEMAE, 2009), a sede de Ouro Preto não apresentava muitas alternativas de locais com viabilidade econômica. Pelo fato da cidade apresentar uma topografia acidentada, optou-se pela área denominada “Antigo Osso de Boi” às margens da rodovia dos Inconfidentes, sentido Ouro Preto – Mariana.

No entanto, o local escolhido apresentou alguns agravantes. O primeiro foi o deslizamento de um talude paralelo à rodovia dos Inconfidentes, ocorrido em meados do desenvolvimento das obras, que apresentou riscos de desmoronamento da pista, e veio interromper as obras (PMSB – OP, 2013). Os outros, que são considerados consequências do primeiro, foi que a Construtora COPIL, responsável pelas obras, abandonou os serviços em 2011 após o município ser notificado sobre os riscos. Além disso, pelo fato do local escolhido ser de domínio do DNIT – Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte, a obra foi embargada pelo mesmo, sendo exigindo a construção de um muro de arrimo grande, no qual elevaria consideravelmente os custos das obras, segundo o Jornal “Mundo dos Inconfidentes”, edição de 2013.

Devido á esses motivos, as obras não foram adiante, e o tratamento de esgoto da cidade de Ouro Preto ainda não acontece em meados de 2018. De acordo com a FEAM (2015), não há previsão para a retomada das obras. Por meio da Figura 11 é possível visualizar o estado da ETE Osso de Boi e perceber o abandono das obras.

No Anexo D conta uma planta da ETE Osso de Boi, com suas tecnologias de tratamento, localização, e demais detalhes importantes.

Figura 11: Situação da ETE Osso de Boi



Fonte: Teixeira (2017)

4.3.3 ETE São Bartolomeu

Segundo Couto (2012), com o objetivo de melhorar a qualidade de vida da população de São Bartolomeu e reduzir poluição dos corpos hídricos locais, principalmente o do Rio das Velhas, onde era lançado o efluente, no ano de 2006 foi proposto a construção do sistema de esgotamento sanitário. O projeto deste sistema incluía: rede interceptora, estação elevatória e estação de tratamento de esgotos.

Seguindo esta lógica, o projeto foi consolidado e em 2008, de acordo com Couto (2012), e a ETE São Bartolomeu, nome dado à estação de tratamento de esgoto do distrito, iniciou sua operação. A capacidade de atendimento da ETE é de 100% da população do distrito, atendendo uma população máxima de aproximadamente 500 habitantes ao final de 20 anos (PMSB – OP, 2013). Na Figura 11 pode-se observar a ETE São Bartolomeu.

Figura 12: ETE São Bartolomeu

Fonte: PMSB- OP (2013)

O sistema de tratamento da ETE São Bartolomeu baseia-se em tratamento preliminar, constituído de gradeamento, desarenador e calha Parshall, seguido, por meio de uma estação elevatória, para o reator UASB e posteriormente para o filtro anaeróbio, com eficiência de remoção de DBO de aproximadamente 85% (FEAM, 2013).

A vazão máxima da estação, segundo Couto (2012), é de 1,61 l/s e a mínima de 0,45 l/s. Com esses valores, percebe-se o pequeno porte da ETE. Dessa forma, segundo o PMSB – OP, o percentual de tratamento da ETE São Bartolomeu, por ser o único do município, até o ano da conclusão do Plano, corresponde a 0,4% do total de tratamento do município de Ouro Preto, o que representa um valor irrisório tendo como base o município como um todo.

4.3.4 ETE Samarco – Antônio Pereira

Antônio Pereira é considerado um dos mais populosos distritos de Ouro Preto, de acordo com o IBGE (2010), a população do distrito é de aproximadamente 4.480 habitantes. Segundo Rodrigues (2015), Antônio Pereira apresenta jazidas de minério

de ferro em condições de serem exploradas, o que desperta o interesse de grandes mineradoras brasileiras, como a Samarco Mineração S.A na qual está instalada e em operação no distrito.

Com isso, verificou-se por meio da FEAM (2015), que a Vila Samarco, também conhecida como Vila Residencial Antônio Pereira, construída para abrigar funcionários e operários da mineradora Samarco, apresenta um sistema de tratamento de esgoto. Comenta-se que este fato não é citado no PMSB - OP (2013). O documento relata a existência de apenas um sistema de tratamento de esgoto em operação do município, a ETE São Bartolomeu.

A tecnologia de tratamento do esgoto doméstico da Vila Samarco, em Antônio Pereira, é por meio de lagoa facultativa, e é denominada como ETE Samarco. Como atende apenas a população da Vila Samarco, este sistema de tratamento atende entre 1.000 e 1.500 pessoas, de acordo com a FEAM (2015).

A ETE não apresenta regularização ambiental, apresenta eficiência de remoção de DBO de apenas 50% e não possui tratamento preliminar, segundo a FEAM (2015). O mesmo órgão ambiental afirma em seu relatório que a ETE não apresenta condições de operação satisfatórias, e menciona que a manutenção do sistema é realizada por um operador treinado do SEMAE – OP.

Comenta-se que houve dificuldade em encontrar documentos relacionados a esta lagoa de estabilização, inclusive o PMSB-OP (2013) não a cita.

A ETE Samarco pode ser visualizada por meio da Figura 12.

Figura 13: ETE Samarco

Fonte: FEAM (2015)

4.3.5 Biodigestores de Miguel Burnier

De acordo com informações da Secretaria Municipal de Meio Ambiente, de Ouro Preto, inteirou-se que o distrito de Miguel Burnier, um dos menores do município, com população de aproximadamente 233 habitantes (IBGE, 2010), apresenta em praticamente todas as residências biodigestores instalados para o tratamento de esgoto da população. O projeto é um convênio entre a empresa Gerdau e o município, de acordo com as informações da SEMMA.

4.3.6 Plano Municipal de Saneamento Básico

Em 2012, a Agência Peixe Vivo, agência de bacia do Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas – CBH Rio das Velhas, por meio de processo licitatório contratou a empresa DRZ Geotecnologia e Consultoria para elaboração do PMSB – OP, no qual custou R\$ 830.000, 00 (CBH - RIO DAS VELHAS, s.d).

O objetivo da realização do Plano, segundo CBH Rio das Velhas, foi obter um instrumento de planejamento, visando a melhoria da população e da qualidade ambiental.

A elaboração do PMSB - OP abrange o conjunto de serviços, infraestrutura e instalações dos setores de saneamento básico, que, por definição, engloba abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos e drenagem e manejo de águas pluviais urbanas (PMSB – OP, 2013). No entanto, o tópico de esgotamento sanitário é restrito e pouco detalhado. Apresenta apenas 25 páginas, no volume único, e, portanto comenta-se brevemente sobre os aspectos do sistema de esgotamento sanitário do município. Em relação ao período do século XIX, em que Ouro Preto apresentava o tratamento e a coleta de esgoto, o Plano discorre sobre o fato em apenas um parágrafo. Além do mais, como comentado anteriormente, o documento se quer cita o sistema de tratamento de esgoto da Vila Samarco, em Antônio Pereira.

Entretanto, mesmo com a fragilidade do PMSB – OP em relação ao esgotamento sanitário percebe-se que o fato do município apresentá-lo como instrumento de gestão é considerado como algo importante, visto que, segundo o Plano Municipal de Saneamento Básico (2013), apenas 27% dos municípios do estado de Minas Gerais apresentam Plano de Saneamento.

4.3.7 *Projetos de sistemas de tratamento de esgoto no município de Ouro Preto*

Os distritos de Antônio Pereira, Lavras Novas, Glaura, Amarantina e Santo Antônio do Leite apresentam projeto técnico para implantação de estações de tratamento de esgoto, no entanto, os projetos ainda não foram executados e estão fase inicial.

Em relação a Antônio Pereira, o distrito dispõem de um projeto de ETE, compreendendo tratamento preliminar, com gradeamento, desarenador e calha Parshall, seguido por um sistema de lodos ativados, desinfecção UV e sistema de desidratação de lodos, com eficiência de DBO de 99%, e atendimento de 100% da

população. O projeto considerou o início do plano para o ano de 2010 e fim para 2010, com vazão inicial de 5 l/s e final de 8l/s (FEAM, 2015). Contudo, o projeto ainda não foi executado, porém, de acordo com a FEAM (2015), já foi aprovado pelo Programa de Aceleração do Crescimento - PAC 2 e está a espera de recurso para ser implementado.

O distrito de Lavras Novas contém um projeto de ETE, que inclui tratamento preliminar, com gradeamento, desarenador e medidor de vazão, seguido de um reator UASB, dois filtros biológicos percoladores, dois decantadores secundários com pós tratamento feito por desinfecção por radiação UV e dois leitos de secagem do lodo proveniente do reator e dos decantadores (FEAM, 2015). Um fato interessante a ser comentado em relação a esse projeto é que, segundo a FEAM (2015), o projeto da ETE Lavras Novas foi aprovado pelo Governo Federal, por meio do Programa de Aceleração do Crescimento - PAC 1, no entanto, o recurso não foi liberado pelo fato do distrito não comprovar arrecadação, já que o município não realiza cobrança pelo uso da água.

O distrito de Glaura, também, conta com projeto de ETE, que compreende um reator UASB seguido por filtro anaeróbio. No entanto, o projeto não foi executado devido a falta de recurso financeiro (FEAM, 2015).

O distrito de Amarantina e Santo Antônio do Leite apresentam projetos com a mesma tecnologia de tratamento do projeto da ETE de Glaura, e o motivo da não execução de ambos é a mesma de Glaura, a falta de recursos financeiros (FEAM, 2015).

4.4 A situação do esgotamento sanitário, em 2018, no município de Ouro Preto – MG

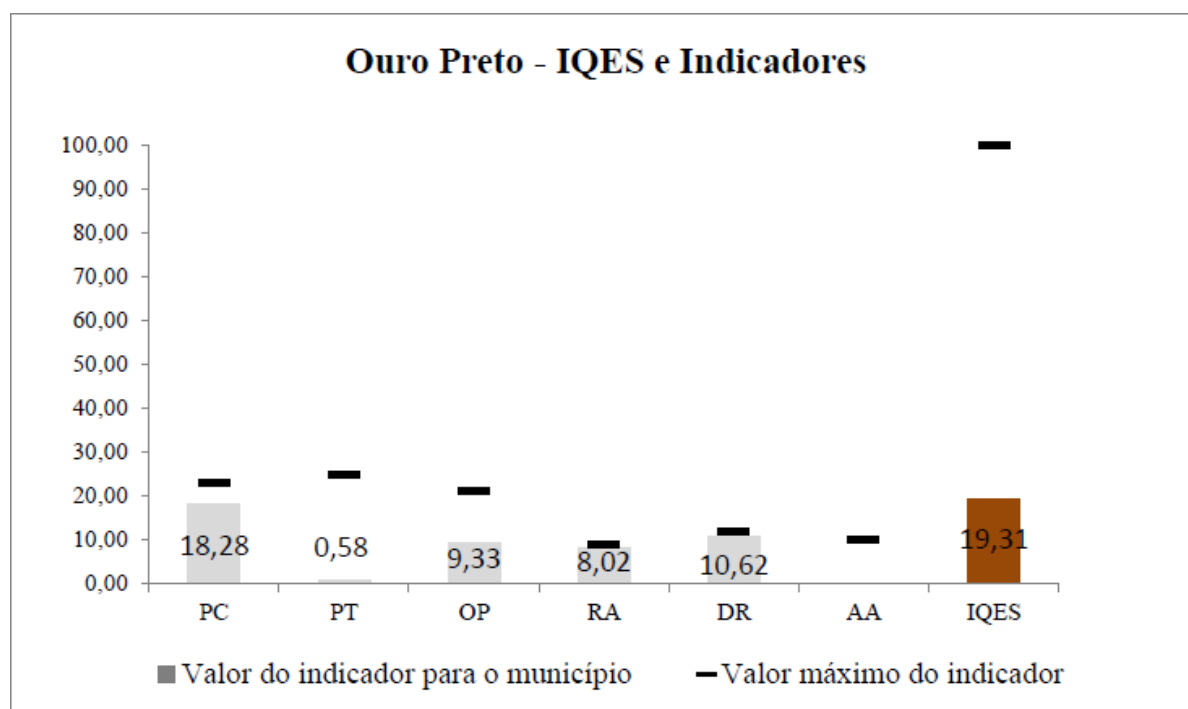
Em relação ao sistema de coleta de esgoto, Ouro Preto apresenta redes mistas e separadoras absolutas. De acordo com o IBGE (2010), 75,6% da população tem acesso à rede coletora de esgoto. Em contrapartida, o PMSB - OP (2013), apresenta

um índice de 66,8% de atendimento da população com rede esgoto, baseado em dados do Ministério do Desenvolvimento Social.

Sobre o tratamento de esgoto no município, segundo o PMSB – OP (2013), apenas o distrito de São Bartolomeu realiza essa atividade, totalizando um percentual de tratamento de esgoto para Ouro Preto – MG de 0,4. Vale ressaltar que o Plano não contabiliza a ETE Samarco e os biodigestores de Miguel Burnier, todavia, considera-se que mesmo com a soma de ambos os tratamentos de esgoto do município o valor é irrisório, sendo próximo de 1%.

De acordo com um documento da FEAM (2015), que trata do Plano para Incremento do Percentual de Tratamento de Esgotos Sanitários da Bacia Hidrográfica do Piranga, realizou-se um levantamento sobre o Índice de Qualidade dos Serviços de Esgotamento Sanitário – IQES de Ouro Preto e outros municípios. Esse índice foi calculado seguindo a metodologia *Delphi* que utiliza os seguintes parâmetros: PC (percentual de coleta), PT (percentual de tratamento), OP (operacionalidade da ETE), RA (regularização ambiental da ETE), DR (disposição final dos resíduos sólidos da ETE), AA (análise adicional). De acordo com a metodologia, o resultado do IQES para Ouro Preto, que varia entre 0 e 100, foi de 19,3, considerado “muito ruim” de acordo com as faixas de classificação proposta pela FEAM. Os valores dos parâmetros utilizados na metodologia podem ser visualizados por meio do Gráfico 4, e a classificação pode ser visualizada na Tabela 6.

Gráfico 4: IQES – Ouro Preto



Fonte: FEAM (2015)

Tabela 5: Faixas de classificação para IQES

IQES	Classificação
$80 \leq x \leq 100$	Muito bom
$60 \leq x < 80$	Bom
$40 \leq x < 60$	Médio
$20 \leq x < 40$	Ruim
$10 \leq x < 20$	Muito ruim
$0 \leq x \leq 10$	Alarmante

Fonte: FEAM (2015)

Percebe-se, de acordo com os dados anteriores, que a situação de Ouro Preto é crítica e preocupante. Considera-se que os motivos para essa situação se baseiam, de acordo com o Diretor técnico do SEMAE, Sr. Luciano Pereira, em questões financeiras, administrativas e políticas. Segundo o profissional do SEMAE, o problema financeiro é o maior gargalo da falta de tratamento de esgoto do município. Isso porque, a falta de hidrômetros na cidade acarreta uma inadimplência significativa à autarquia, já que a tarifa cobrada, quando paga pela população, não é suficiente para cobrir os gastos mínimos de custos operacionais da instituição. De acordo com dados do próprio SEMAE, essa inadimplência chega a

70%, o que inviabiliza os investimentos na área de saneamento. Acrescido a este fato estão as questões políticas. Outro impasse é o sistema técnico e administrativo. A unidade é subdimensionada e apresenta aproximadamente 160 funcionários, com apenas três engenheiros, segundo Luciano Pereira.

4.5 Perspectivas futuras para o município de Ouro Preto – MG

Devido à situação do esgotamento sanitário de Ouro Preto – MG, realizou-se uma entrevista com o Secretário Municipal de Meio Ambiente, Prof. Dr. Antenor Barbosa⁷, e verificou-se que as perspectivas para Ouro Preto, em relação ao sistema de esgotamento sanitário, se apoiam em um contrato de concessão de prestação de serviço público de água e esgoto com uma empresa privada, que será determinada após análise de custo- benefício (BARBOSA, 2018). Comenta-se que o processo está avançando, e após uma série de reuniões no COMUSA – Conselho Municipal de Saneamento aprovou-se uma minuta de um projeto de lei que dispõem sobre a regulamentação da prestação de serviços de saneamento quanto ao abastecimento de água e esgotamento sanitário do município. Além do mais, verificou-se, a partir da entrevista com o Secretário Municipal de Meio Ambiente, que os hidrômetros já estão sendo instalados nos prédios próprios da municipalidade.

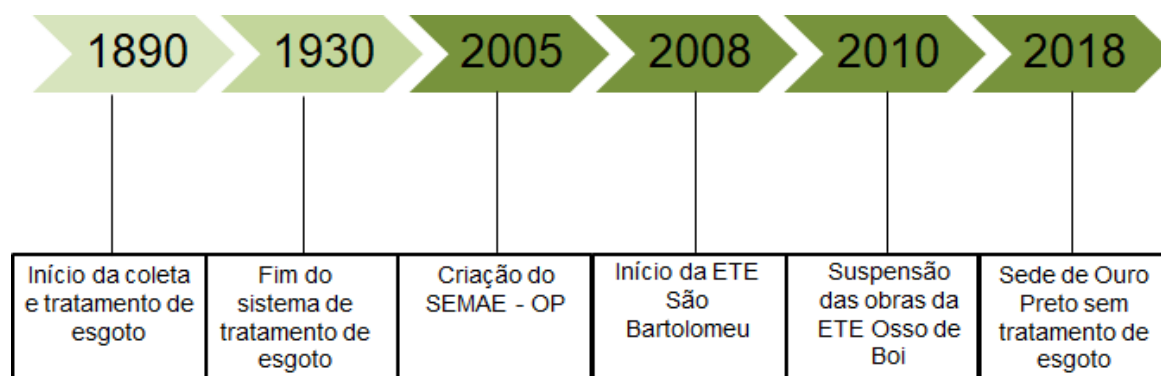
⁷ Engenheiro civil e professor aposentado da UFOP, no ano de 2017 assumiu o cargo de Secretário de Meio Ambiente de Ouro Preto – MG.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com o levantamento histórico realizado por meio do presente trabalho, percebe-se que a cidade de Ouro Preto apresentou um comportamento “regressivo” no que diz respeito ao sistema de esgotamento sanitário. O fato se deve a ocorrência de tratamento de esgoto na Imperial Cidade de Ouro Preto, no século XIX, em uma das primeiras estações de tratamento de esgoto do Brasil e da América Latina e falta de tratamento no ano de 2018, século XXI, em que as questões ambientais e sanitárias são alvo de grandes preocupações.

Os principais fatos que retratam a “evolução”, ocorrida de forma anômala, do sistema de esgotamento sanitário do município, desde o século XIX, até o ano de 2018, podem ser visualizados por meio da Figura 13.

Figura 14: Linha do tempo que retrata o sistema de esgotamento de Ouro Preto



Fonte: Elaborada pela autora (2018)

Conclui-se que o município, devido a uma série de fatores, inclusive fatores financeiros, apresenta um comportamento de “retrocesso” em relação ao tratamento de esgoto. No entanto, evidencia-se que iniciativas foram tomadas ao longo dos anos, porém, várias deles, inclusive a tentativa da instalação e operação da ETE Osso de Boi, não se efetivaram por completo devido a diferentes causas e razões mencionadas anteriormente.

Vale comentar, que a tentativa da sede Ouro Preto retornar com o sistema de tratamento de esgoto, por meio da ETE Osso de Boi, aconteceu em um período que o estado de Minas Gerais apresentou um salto em relação ao tratamento de esgoto, mediante a criação do programa “Minas Trata Esgoto”, em 2006, conforme comentado e explicado na seção 2.4.

Por fim, espera-se que o Poder Público desenvolva de forma mais efetiva as ações de saneamento ambiental no município, principalmente as relacionadas com o tratamento de esgoto, que é uma situação crítica para a cidade Patrimônio Cultural da Humanidade pela UNESCO, e que o presente trabalho sirva como um auxílio para essas possíveis iniciativas.

REFERÊNCIAS

ABRELPE. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil**. 2014. Disponível em: <<https://observatoriopnrs.org/publicacoes/relatorios-abrelpe/>>. Acesso em: 10 de março de 2018.

ABNT. **NBR 10004: Classificação de Resíduos Sólidos**. Rio de Janeiro, 2004.

ABNT. **NBR 9648: Estudo de concepção de sistemas de esgoto sanitário**. Rio de Janeiro, 1986.

AGÊNCIA MINAS GERAIS. **Grupo de Trabalho do Plano Estadual de Saneamento inicia atividades**. Disponível em: <http://agenciaminas.mg.gov.br/noticia/grupo-de-trabalho-do-plano-estadual-de-saneamento-inicia-atividades>. Acesso em: 05 de fevereiro de 2018.

ANDRADE, F. **Entrevista concedida a Letícia Guimarães Pereira**. Ouro Preto, 7 de junho de 2018.

ARQUIVO PÚBLICO MUNICIPAL DE OURO PRETO. **Arquivo de fotos da Prefeitura Municipal de Ouro Preto**. Ouro Preto.

AZEVEDO NETTO, J.M. **Cronologia do Abastecimento de Água**. Revista DAE, São Paulo, SABESP, v 44, nº 137, 1984.

AZEVEDO NETTO, J.M. **Cronologia dos serviços de esgoto, com especial menção ao Brasil**. Revista DAE, São Paulo, SABESP, v 33, 1979.

BARBOSA, A. **Entrevista concedida a Letícia Guimarães Pereira**. Ouro Preto, 21 de junho de 2018.

BARROS, R. T. V. et al. **Saneamento**. In: Manual de saneamento e proteção ambiental para os municípios, Belo Horizonte: Escola de Engenharia da UFMG, 1995.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF: Senado Federal: Centro Gráfico, 1988. 292 p.

BRASIL. **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>. Acesso em: 17 de março de 2018.

BRASIL. **Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato-2007-2010/2010/lei/l12305> Acesso em: 05 de março de 2018.

BRASIL. **Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981**. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L6938.htm>. Acesso em: 07 de março de 2018.

BRASIL. **Portaria 2.914, de 12 de dezembro de 2011**. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Disponível em: <http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.html> Acesso em: 03 de março de 2018.

BRASIL, 2017. **Decreto 9.254, de 29 de dezembro de 2017**. Altera o Decreto nº 7.217, de 21 de junho de 2010, que regulamenta a Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, que estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/decreto/D9254.htm> Acesso em: 10 de março de 2018.

CAVINATTO, V. M. **Saneamento básico: fonte de saúde e bem-estar**. São Paulo: Ed. Moderna, 1992.

CANO, W. **Desequilíbrios regionais e concentração industrial no Brasil 1930-1970**. 3ª edição, São Paulo: Editora Unesp, 2007.

CBH RIO DAS VELHAS, s.d. **Plano Municipal de Saneamento em Ouro Preto**. Disponível em: <<http://cbhvelhas.org.br/plano-municipal-de-saneamento-em-ouro-preto/>> Acesso em junho de 2018

COPASA. **Esquema do tratamento de água convencional** (s.d.). Disponível em: <<http://www.copasa.com.br/wps/portal/internet/agua-de-qualidade/tratamento-da-agua>> Acesso em de março de 2018.

COUTO, B.O.C. **Avaliação do Desempenho da Estação de Tratamento de Esgoto de São Bartolomeu, distrito de São Bartolomeu – MG, e análise da contaminação do corpo d'água receptor**. 2012. 83 f. Monografia (Curso de Engenharia Ambiental). Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto – MG.

CYNAMON, S.E. **Política de Saneamento – proposta de mudança**. Cadernos de Saúde Pública, Rio de Janeiro, v. 2, 1986, p.141-149.

DATASUS. **Planilha Geral de Ouro Preto**. 2002. Disponível em: <<http://tabnet.datasus.gov.br/tabdata/cadernos/mg.htm>>. Acesso em junho de 2018.

FEAM. **Orientações Básicas para Drenagem Urbana**. 2006. Disponível em: <<http://www.feam.br/images/stories/arquivos/Cartilha%20Drenagem.pdf>>. Acesso em: 05 de março de 2018.

FEAM. **Relatório Minas Trata Esgoto**. 2016. Disponível em: <<http://www.feam.br/minas-trata-esgoto>>. Acesso em: 20 de fevereiro de 2018

FEAM. **Plano para Incremento do Percentual de Tratamento de Esgotos Sanitários da Bacia Hidrográfica do rio Piranga**. Belo Horizonte, 2015.

FONSECA, A.F.C. **A Água na Ouro Preto dos séculos XVIII e XIX: Aspectos Gerenciais**. 2004. 127 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Hídricos). Núcleo de

FONSECA, A; PRADO FILHO, J.F. **Um esquecido marco no saneamento do Brasil: Os sistemas de águas e esgotos de Ouro Preto (1887-1890)**. Revista História, Ciência, Saúde, *Manguinhos*, Rio de Janeiro, v.17, n.1, 2010, p.51-66.

FUNASA. **Manual de Saneamento**. 4ª ed. Brasília: Fundação Nacional de Saúde, FUNASA. 2006.

FREITAS, E.S.M. **As políticas de saneamento no final do século XX e suas implicações em Minas Gerais: reflexões a partir da reestruturação produtiva na/da COPASA/MG**. 2013. Tese (Doutor em Geografia). Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. **Saneamento básico em Belo Horizonte: trajetória em 100 anos** (Copasa: os caminhos de uma empresa de saneamento). 1996. volume 1. 44p.

IBGE. **Projeção da população do Brasil em 2018**. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/apps/populacao/projecao/>> Acesso em maio de 2018.

IBGE. **Censo Demográfico 2010**. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/ouro-preto/panorama>> Acesso em maio de 2018.

INSITUTO TRATA BRASIL. **Doenças pela falta de saneamento**. 2018. Disponível em: <<http://www.tratabrasil.org.br/blog/2018/02/27/doencas-falta-de-saneamento-basico/>> Acesso em março de 2018.

INSTITUTO TRATA BRASIL. **Saneamento e Saúde**. 2015. Disponível em: <http://www.tratabrasil.org.br/novo_site/?id=14461>. Acesso em: 30 de janeiro de 2018.

JORDÃO, E.P. **Comunicação eletrônica, via e-mail**. Ouro Preto, 2018.

JORDÃO, E. P; PESSÔA, C. A. **Tratamento de Esgotos Domésticos**. 4ª Edição. Rio de Janeiro: ABES ,1995.

JORDÃO, E. P; PESSÔA, C. A. **Tratamento de Esgotos Domésticos**. 6ª Edição. Rio de Janeiro: ABES, 2011.

Jornal O Mundo dos Inconfidentes. **José Leandro tenta solucionar as obras da ETE Osso de Boi**. Ano III - Edição 146 - 15 a 21 de maio de 2013. Disponível em <<http://docplayer.com.br/34538797-Jose-leandro-tenta-solucionar-obra-da-ete-do-osso-de-boi.html>> . Acesso em junho de 2018.

LEMOS, P. **Ouro Preto: 300 anos de imagem**. 1ª edição. Ouro Preto, MG: Editora Le Graphar, 2011.

LIBÂNIO, M. **Fundamentos de qualidade e tratamento de água**. 3ª edição. Campinas, SP: Editora Átomo, 2010.

MINAS GERAIS. **Lei Estadual nº 2.126, de 20 de janeiro de 1960**. Estabelece normas para o lançamento de esgoto e resíduos industriais nos cursos de água. Disponível em: <<http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=2163>>. Acesso em: 25 de fevereiro de 2018.

MINAS GERAIS. **Lei Estadual nº 2.482, de 05 de julho de 1963**. Dispõe sobre a organização de sociedade de economia mista, sob a denominação de Companhia Mineira de Águas e Esgotos, COMAG -, e dá outras providências. Disponível em: <<https://www.almg.gov.br/consulte/legislacao/completa/completa.html?tipo=LEI&num=2842&ano=1963>>. Acesso em: 03 de junho de 2018.

MINAS GERAIS. **Lei Estadual nº 6.084, de 15 de maio de 1973**. Dispõe sobre a Companhia de Saneamento de Minas Gerais – COPASA MG. Disponível em: <<https://www.almg.gov.br/consulte/legislacao/completa/completa.html?ano=1973&num=6084&tipo=LEI>>. Acesso em: 05 de junho de 2018.

MINAS GERAIS. **Lei Estadual nº 11.720, de 29 de dezembro de 1994**. Dispõe sobre a Política de Saneamento Básico e dá outras providências. Disponível em: <www.almg.gov.br/>. Acesso em: 30 de fevereiro de 2018.

MINAS GERAIS. **Lei Estadual nº 13.317, de 24 de setembro de 1999**. Dispõem sobre o Código Estadual de Saúde e dá outra providência. Disponível em: <http://www.saude.mg.gov.br/index.php?option=com_gmg&controller=document&id=486>. Acesso em: 20 de fevereiro de 2018.

MINISTÉRIO DAS CIDADES. **Panorama dos Planos Municipais de Saneamento Básico no Brasil**. 2017. Disponível em: <<http://www.cidades.gov.br/saneamento-cidades/panorama-dos-planos-de-saneamento-basico-no-brasil>> Acesso em fevereiro de 2018.

OLIVEIRA, F. **Quintiliano Nery Ribeiro: trajetória de vida e representações de um engenheiro político da Mata mineira (c.1858 - c.1895)**. In: Encontro de Pós Graduandos da Sociedade Brasileira de Estudos dos Oitocentos, 1. ,2016, Juiz de Fora. Anais. SEO, 2016.

OLIVEIRA, M. R. DE; BORDIN, M. **O Campo Social “Água e Esgoto”: Indicadores sobre a Experiência Brasileira**. Geographia Opportuno Tempore, Londrina, v. 2, n. 3, p. 75 - 86 2016.

OLIVEIRA, E. **Entrevista concedida a Letícia Guimarães Pereira** .Ouro Preto, 2018.

ONU. **Meio Ambiente**. s.d. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/acao/meio-ambiente/>> Acesso em março de 2018.

ONU. **World Population Prospects**. 2017. Disponível em: <https://esa.un.org/unpd/wpp/publications/Files/WPP2017_KeyFindings.pdf>. Acesso em março de 2018.

OURO PRETO. **Lei Municipal nº 13, de 24 de fevereiro de 2005**. Cria o SEMAE-OP como entidade autárquica de direito público da administração indireta e dá outras providências. Disponível em: <<http://semaeop.mg.gov.br/index.php?page=legislacao>> Acesso em: 25 de março de 2018.

OURO PRETO. **Almanack Ouro Preto**, constante no Arquivo Público Municipal de Ouro Preto, reedição de 1996 por M. Francelina Ibrahim Drummond.

OURO PRETO. **Relatos diários do Sistema de Aguas e Exgottos**, constante no Arquivo Público Municipal de Ouro Preto.

OURO PRETO. **Regulamento 47, em 14 de fevereiro de 1891**, constante no Arquivo Público Municipal de Ouro Preto.

PMSP-OP. **Plano Municipal de Saneamento Ambiental de Ouro Preto**. Volume I. Ouro Preto, 2013.

PREFEITURA MUNICIPAL DE OURO PRETO. **Ouro Preto**. 2018. Disponível em: <<http://www.ouropreto.mg.gov.br/>> Acesso em fevereiro de 2018.

PHILIPPI JUNIOR, A. **Saneamento, saúde e ambiente: fundamentos para um desenvolvimento sustentável**. 2ª edição. São Paulo: Manole, 2005.

REZENDE, S.C; HELLER, L. **O Saneamento no Brasil: Políticas e Interfaces**. 2ª edição. Belo Horizonte. Editora UFMG, 2008.

RODRIGUES, V.P. **Percepção ambiental dos moradores do distrito de Antônio Pereira, Ouro Preto – MG, sobre meio ambiente, saneamento básico e riquezas ambientais locais**. 2015.104 f. Monografia (Curso de Engenharia Ambiental). Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto – MG.

ROSEN, George. **Uma história da saúde pública**. São Paulo: Hucitec. Ed. UNESP, 1994.

ROSSI JUNIOR, W.K. **Cidades Brasileiras ainda não cobram pelo uso da água**. Jornal GGN. 2015. Disponível em: <<https://jornalggn.com.br/fora-pauta/cidades-brasileiras-ainda-nao-cobram-pelo-consumo-de-agua>> Acesso em: 05 de junho de 2018.

SABESP. **Esquema de esgotamento sanitário com ETE**. Disponível em: <<http://site.sabesp.com.br/site/interna/Default.aspx?secaold=49>> Acesso em: 13 de março de 2018.

SEMAE. **Relatório de Controle Ambiental**. Ouro Preto, 2009.

SEMAE. **Plano de Controle Ambiental**. Ouro Preto, 2008.

SILVA, J. R. **Evolução do sistema de esgotos do Rio de Janeiro**. Revista Engenharia Sanitária, Rio de Janeiro, v. 14, n. 13, p. 220-227, 1975.

SNIS. **Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos**. 2016. Disponível: <<http://www.snis.gov.br/component/content/article?id=158>>. Acesso em: 15 de março de 2018

SOBREIRA, F. **Mineração do ouro no período colonial: alterações paisagísticas antrópicas na serra de Ouro Preto, Minas Gerais**. *Quaternary and Environmental Geosciences, Paraná*, v 5, n 1, 2017, p.55-65.

SUPRAM. **Parecer Único SUPRAM CM N.º 136/2009**. Belo Horizonte, 2009.

TEIXEIRA, D. A. **Construção e determinação do indicador de salubridade ambiental (ISA/OP) para as áreas urbanas do município de Ouro Preto, MG**. 2017. 154 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia ambiental). Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2017.

TSUTIYA, M.T. **Abastecimento de água**. 3ª edição. São Paulo: Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2006.

TSUTYA, M.T; ALÉM SOBRINHO, P. **Coleta e transporte de esgoto sanitário**. 2ª edição. São Paulo: Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2000.

UFOP. **UFOP em números**. 2018. Disponível em: <<http://ufop.br/ufop-em-numeros>> Acesso em: 07 de maio de 2018.

UNESCO. **Cidade histórica de Ouro Preto**. Site institucional. 2014. Disponível em: <<http://www.unesco.org/new/pt/brasil/culture/world-heritage/list-of-world-heritage-in-brazil/historic-town-of-ouro-preto/>>. Acesso em: 24 de janeiro de 2018.

VON SPERLING, M.. **Introdução à Qualidade das Águas e ao Tratamento de Esgotos**. 2ª edição. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Ambiental e Sanitária da Universidade Federal de Minas Gerais, 2005.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Water, Sanitation and Hygiene Links to Health**. November, 2004.

ANEXOS

ANEXO A: Relato diário, de 1893, do sistema de água e esgoto do século XIX

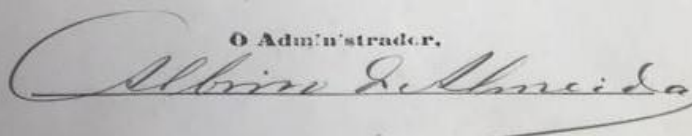
AGUAS E EXGOTTOS

N. 287

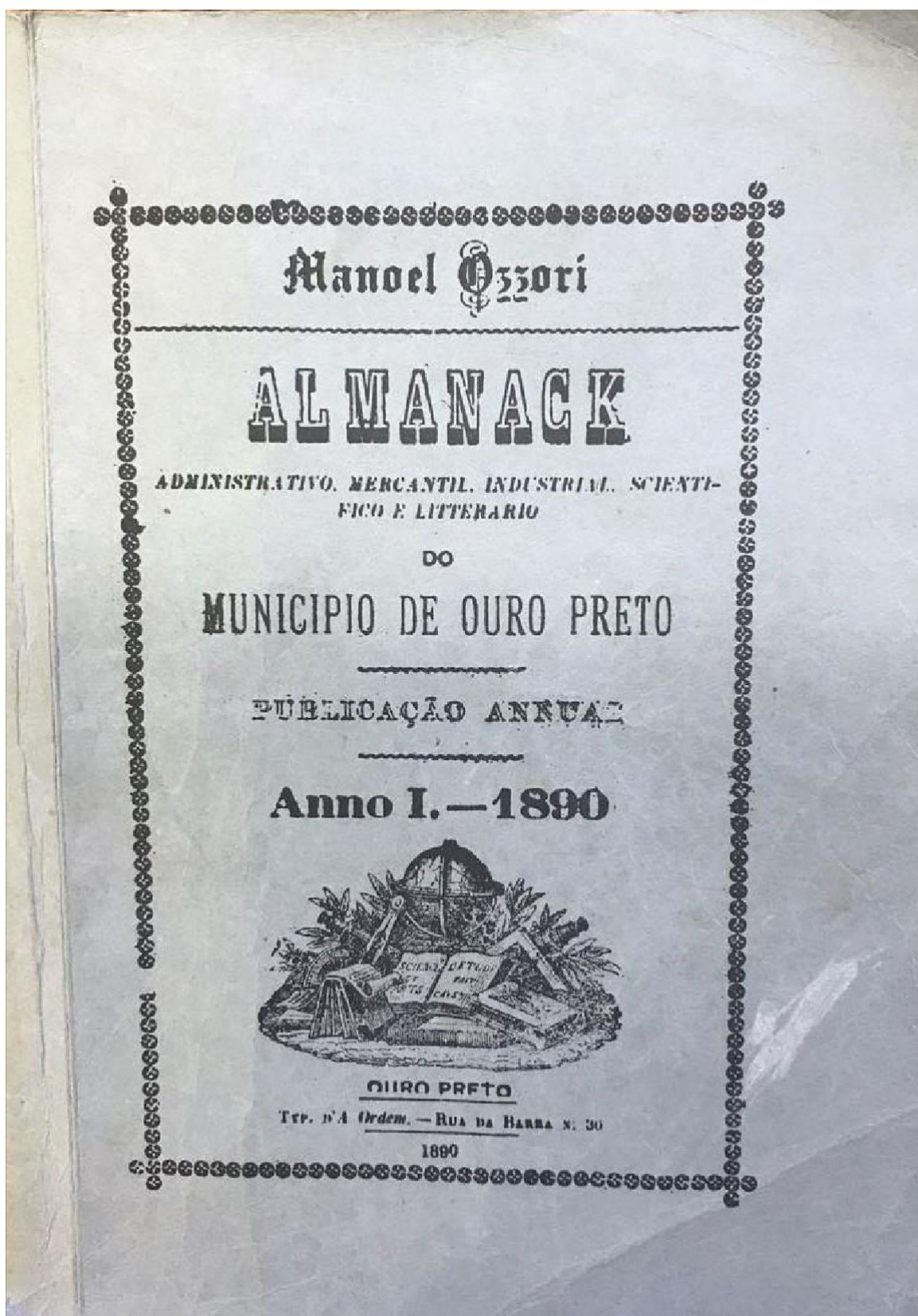
PARTE DIARIA

Tivemos de depositar 2 parafusos de Alca e C.
 Fosse 2 sellos no Chumbo d'agua potavel, na casa
 que occupa o Sr. D. José Joaquim Barreira, (Collegia-
 minas) B. — Substituiu-se a terminação de pino
 donde aq.uzo entra e tra. a cada eff. de 2 sellos em
 profund. de 1/2 de Chumbo d'7/8. rua de S. Adolpho.
 Fosse 2, 1/2 de Calcada junto a u. caixa de registro
 de pino, ruada S. Adolpho, S. Arg. de Rosas, Paraná.
 Converteu-se o encanamento d' esgote, que
 ruava, em casa de S. Antonio dos Reis, ruada
 Barra. — Aterrou-se o encan-
 amento d' esgote d'agua potavel, ruada S. Jo. P.
 Fosse 1 sello no Chumbo d'agua potavel,
 que ruava, ruada Barra. — Colli. ca. e
 Massanganeira d' latinas em diversas ca.uzas.
 Copulda per coprações. Reparatores.
 Ouro Preto, 16 de Outubro de 1892.

O Adm'n'strador.



ANEXO B: Reedição Almanack do Município de Ouro Preto



Fonte: Arquivo Público Municipal de Ouro Preto

ANEXO C: Notícia do Almanack de Ouro Preto

54 ALMANACK DE OURO PRETO

Empreza de Canalisa- ção e Esgotos

—

A lei provincial n. 3.455, de 1 de outubro de 1887, autorizou o presidente da provincia a conceder privilegio até 30 annos e favores para canalisação d'agua e esgotos na capital.

Da execução d'esse serviço, já iniciado, acha-se encarregado o engenheiro Dr. Quintiliano Nery Ribeiro.

A capital mineira terá, pois, em breve, mais este necessario e utilissimo melhora-mento.

Conselho Fiscal :

Henry Lowndes.
J. Tavares & C.
Tenente-Coronel Valerio Cor-
reia Netto Filho.

Supplentes :

Dr. Augusto Carlos da Silva
Telles.
Commendador Joaquim de
Mattos Faro.
Dr. Luiz da Rocha Miranda.

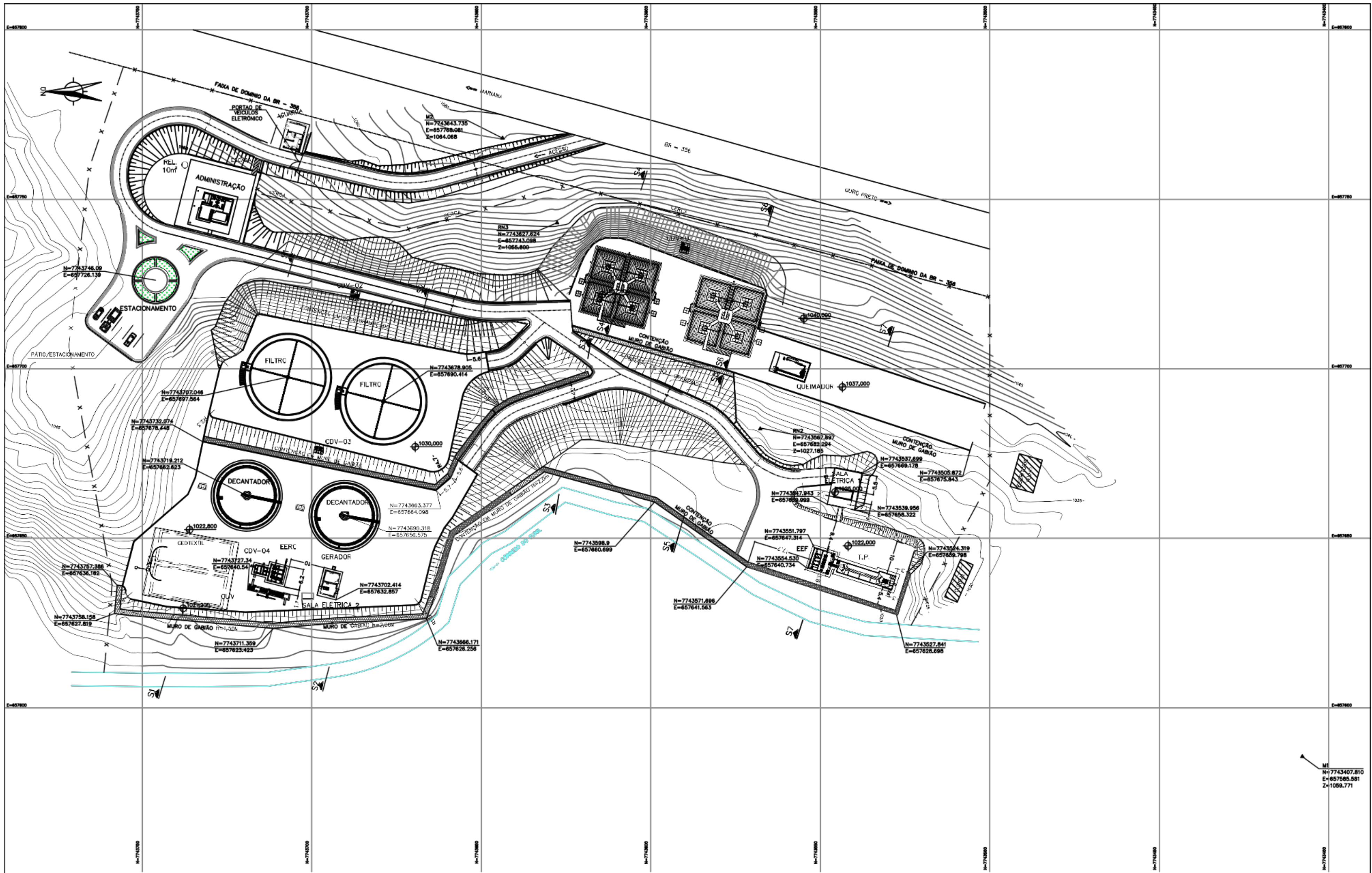
—

Escriptorio central: — Rio
de Janeiro, rua João Alfredo
(antiga da Quitanda) n. 58,
sobrado — caixa do correio
602.

—

Fonte: Arquivo Público Municipal de Ouro Preto

**ANEXO D: Planta da ETE Osso de Boi
(SEMAE)**



LEGENDA:

-  CONTENÇÃO EM MURO DE GABIÃO
-  2ª ETAPA
-  ATERRO

Nº	REVISÃO	DATA	R.T.
	REPLANTAMENTO	06/12/2010	ALBERTO OLIVEIRA GUEDES CREA-38.788.0-360
	ADEQUAÇÃO - 1ª ETAPA	AGOSTO 2011	PROJETISTA
			DESENHISTA
			DESENHISTA
			DATA
			APROVADO

SERVIÇO MUNICIPAL DE ÁGUA E ESGOTOS DE OURO PRETO


OURO PRETO - MG

SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO
 ESTAÇÃO DE TRATAMENTO
 IMPLANTAÇÃO/LOCAÇÃO/TERRAPLENAGEM
 PLANTA

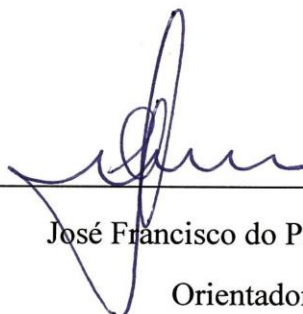
ESCALA: 1:500

Nº DE FOLHAS: 01/15

DESENHO: 01/15



Certifico que a aluna **Leticia Guimarães Pereira**, autora do trabalho de conclusão de curso intitulado “**O TRATAMENTO DE ESGOTO EM OURO PRETO: ASPECTOS HISTÓRICOS E TÉCNICOS DOS SÉCULOS XIX AO XXI**”, efetuou as correções sugeridas pela banca examinadora e que estou de acordo com a versão final do trabalho.



José Francisco do Prado Filho
Orientador

Ouro Preto, 17 de julho de 2018.