

FUNDAÇÃO OSWALDO ARANHA
CENTRO UNIVERSITÁRIO DE VOLTA REDONDA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

FERNANDO LORENZO MARIZ DE MEDEIROS
VINÍCIUS DE CARVALHO SILVA

**TRATAMENTO DE ESGOTOS SANITÁRIOS DE CONDOMÍNIOS RESIDENCIAIS
EM VOLTA REDONDA/RJ**

Volta Redonda
2021

FERNANDO LORENZO MARIZ DE MEDEIROS
VINÍCIUS DE CARVALHO SILVA

**TRATAMENTO DE ESGOTOS SANITÁRIOS DE CONDOMÍNIOS RESIDENCIAIS
EM VOLTA REDONDA/RJ**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de graduação em Engenharia Civil da Fundação Oswaldo Aranha, como requisito parcial para a obtenção do grau de bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Me. Marcus Vinicius Faria de Araujo

Volta Redonda
2021



Fundação Oswaldo Aranha



FOLHA DE APROVAÇÃO

Trabalho de Conclusão de Curso intitulado: TRATAMENTO DE ESGOTOS SANITÁRIOS DE CONDOMÍNIOS RESIDENCIAIS EM VOLTA REDONDA/RJ.

Elaborado por Vinicius de Carvalho, Matrícula: 201511136, Fernando Lorenzo Mariz, Matrícula: 201610180, apresentado publicamente perante a Banca Avaliadora, como parte dos requisitos para conclusão do Curso Engenharia Civil.

Aprovada em 01 de junho de 2021.

Banca Avaliadora:

.....
Professor Orientador

Marcus Vinicius Faria de Araújo, Mestre, UniFOA

.....
Professor Avaliador

José Marcos Rodrigues Filho, Mestre, UniFOA

.....
Professor Avaliador

Sérgio Luiz Taranto de Reis, Mestre, UniFOA

RESUMO

A percepção quanto a escassez de oferta de moradias populares no município de Volta Redonda/RJ fez com que empresas da Construção Civil aprimorassem seu modelo de negócio para atenderem à crescente demanda. Em decorrência disso, o município vem passando ao longo dos últimos anos por uma grande expansão urbana apoiada em soluções de engenharia que empregam novas tecnologias construtivas aliadas ao conceito de sustentabilidade, o qual engloba os pilares social, econômico e ambiental. Diante disso o presente trabalho, de modo exploratório, apresenta os principais cuidados necessários na escolha da tecnologia de tratamento de esgotos sanitários de Condomínios residenciais em Volta Redonda/RJ, a fim de que as respectivas Estações de Tratamento de Esgotos não acabem por impactar negativamente a vida dos moradores e até mesmo a imagem de empreendedores da Construção Civil e seus empreendimentos imobiliários. Como resultados do presente trabalho tem-se uma contribuição técnica quanto ao aprimoramento de critérios na escolha de modelos de Estações de Tratamento de Esgotos que atendam à legislação ambiental vigente, possuam baixo custo de implantação e de operação/manutenção e que não causem incômodos rotineiros aos moradores.

PALAVRAS-CHAVES: Saneamento, Construção civil, Habitações populares.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Percentual de tratamento de esgotos no Brasil.....	09
Figura 2 – Etapas da pesquisa.....	19
Figura 3 – Mapa Localização do município de Volta Redonda no Estado do Rio de Janeiro.	14
Figura 4 – Gráfico de crescimento populacional de Volta Redonda.....	18
Figura 5 – Fases do tratamento preliminar.....	23
Figura 6 – Esquema das unidades da etapa dos lodos ativados	25
Figura 7 – Classificação da pesquisa.....	26
Figura 8 – Exemplo de Descentralização de Estações de Tratamento de Esgotos	28

LISTA DE TABELAS

Tabela 1– Empreendimentos em fase de execução atualmente em Volta Redonda	20
Tabela 2 – Qualidade do Tratamento, Concentrações Típicas	21
Tabela 3 – Produtos Gerados no Tratamento	22
Tabela 4 – Principais compostos causadores de maus odores em Sistemas de Tratamento de Esgotos	27
Tabela 5 – Critérios gerais para escolha de tecnologias de tratamento de esgotos	29

Lista de abreviaturas e siglas

ANA	Agencia Nacional de Aguas
CSN	Companhia Siderúrgica Nacional
DBO	Demanda Bioquímica de Oxigênio
DQO	Demanda Química de Oxigênio
ETE	Estação de Tratamento de Esgoto
IPEA	Instituto de Pesquisa Economica Aplicada
MCMV	Minha Casa Minha Vida
PPB	Parte Por Bilhão
PPM	Parte Por Milhão
SNIS	Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento
SS	Solidos Suspensos

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
1.1 Delimitação da problemática	10
1.2 Justificativa do projeto	11
1.3 Estratégias da pesquisa	11
1.4 Etapas e estrutura da pesquisa	12
1.5 Objetivo geral	13
1.6 Objetivos específicos	13
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
2.1 Caracterização do município	14
2.2 Histórico de ocupação de Volta Redonda/RJ	16
2.3 A expansão urbana pelos Condomínios residenciais	19
2.4 Processos de Tratamento de Esgotos	21
3 METODOLOGIA.....	27
4 CRITÉRIOS NA SELEÇÃO DE ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ESGOTOS PARA CONDOMÍNIOS RESIDENCIAIS	28
4.1 Fase de projeto.....	30
4.2 Fase de implantação	31
4.3 Fase de operação.....	32
5 CONCLUSÃO.....	33
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	34

1 INTRODUÇÃO

Conflitos ambientais podem surgir até mesmo em casos onde o incômodo tem origem num sistema de controle de poluição (FLEURY, BARBOSA e JÚNIOR, 2017). No caso de condomínios residenciais, segundo Torres, Ramos e Gonçalves (2019), com a evolução conjunta de oferta e demanda por habitações populares, surgiu a necessidade de que tais empreendimentos possuíssem seus próprios sistemas de tratamento de esgotos. Tal exigência feita por órgãos ambientais se dá em função da inexistência ou escassez de redes públicas de coleta e também de tratamento de esgotos por parte do poder público (AMBROZEVICIUS, 2018). Na prática, em boa parte do território nacional, empreendedores da Construção Civil acabam assumindo então os custos com tratamento e disposição de esgotos de empreendimentos imobiliários em função da falta de investimento público em saneamento básico, conforme ilustrado na figura 1.

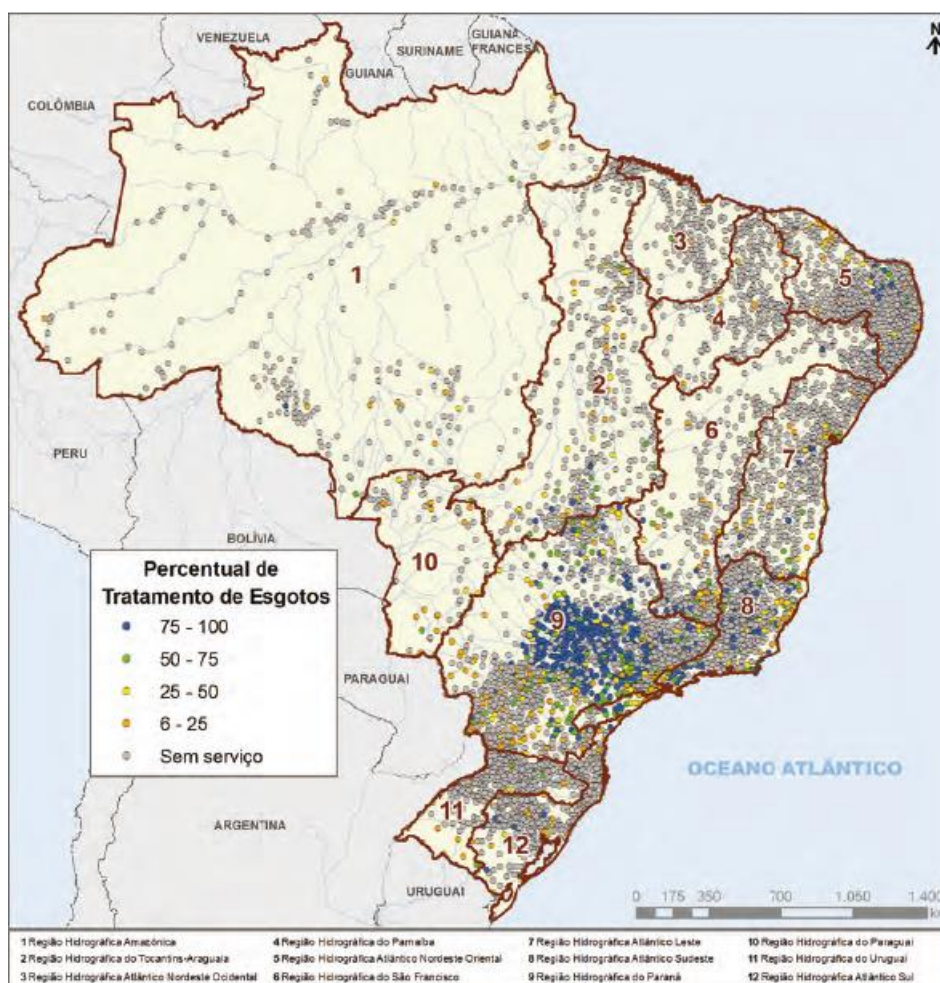


Figura 1: Percentual de tratamento de esgotos no Brasil.

Fonte: ANA (2012).

Tal fato gera a necessidade de um planejamento bastante cuidadoso por parte dos empreendedores da Construção Civil, seja na definição do tipo de sistema de tratamento a ser adotado, seja na localização do mesmo, seja quanto a aspectos de atendimento aos padrões de lançamento de esgotos tratados, seja quanto a operação/manutenção, seja quanto ao impacto de todos esses quesitos na futura taxa condominial do empreendimento (AMBROZEVICIUS, 2018).

Sendo assim, o presente trabalho apresenta contribuições técnicas e tecnológicas de engenharia que visam minimizar impactos negativos de Estações de Tratamento de Esgotos (ETE) de Condomínios residenciais populares em Volta Redonda/RJ, ligados a odores fétidos exalados pelas mesmas e que podem provocar incômodos a moradores e vizinhanças, bem como depreciar o valor dos imóveis construídos e até mesmo afetar negativamente empreendedores da Construção Civil e seus respectivos empreendimentos.

1.1 Delimitação da problemática

Segundo De Oliveira, Mozer e Da Silva (2017), 85% dos esgotos sanitários gerados em Volta Redonda/RJ eram coletados por rede pública e apenas 16,89% desses esgotos eram tratados. Alves *et al.* (2021) afirma que o processo de expansão urbana tem sido acelerado na última década em países como o Brasil, a partir do aumento da renda *per capita* associado a incentivos governamentais que alavancam o mercado imobiliário e da Construção Civil.

A partir dos fatos citados anteriormente as seguintes questões foram propostas para a realização do presente trabalho:

1. Quais os fundamentos para que um Condomínio residencial popular em Volta Redonda/RJ tenha por obrigatoriedade construir uma ETE para tratar os seus esgotos sanitários?
2. Quais os potenciais problemas relacionados a tal obrigatoriedade para as construtoras desses Condomínios, para os moradores dos mesmos e para o meio ambiente?
3. Quais os critérios que devem ser adotados pelas tais Construtoras para assegurar o atendimento aos padrões ambientais dessas ETEs a menores custos de implantação, e operação e de manutenção?

1.2 Justificativa do projeto

A própria instituição do Novo Marco Legal para o saneamento básico no Brasil - Lei Nº 14.026, de 15 de julho de 2020, aliado aos indicadores de sustentabilidade do município de Volta Redonda/RJ, sinalizados por De Oliveira (2019), justifica a elaboração do presente trabalho. Isso porque conforme Ambrizevicius (2018), o crescimento de Condomínios residenciais populares faz com que haja a necessidade de implantação de ETEs por parte das Construtoras, devido à falta ou escassez de redes de coleta de esgotos públicas e respectivas ETEs municipais. Com a multiplicação de ETEs de pequeno porte pelo município, aumenta a probabilidade de falhas em projetos, construção, operação e/ou manutenção das mesmas, podendo causar impactos negativos à sociedade e ao meio ambiente.

1.3 Estratégias da pesquisa

Quanto à natureza, a pesquisa proposta é aplicada pois objetiva gerar conhecimentos para a seleção de sistema de tratamento de esgotos de mínimos impactos sociais, ambientais e econômicos. Quanto aos objetivos ela é normativa, pois envolve ações voltadas para o aperfeiçoamento de critérios de seleção de processos de tratamento de esgotos sanitários disponíveis na literatura existente, para encontrar uma solução ótima. Quanto à abordagem, trata-se de uma pesquisa combinada (qualitativa e quantitativa), pois promove um diagnóstico dos problemas enfrentados nos empreendimentos que envolvem construção de Condomínios residenciais populares em Volta Redonda/RJ, avalia possíveis danos sociais, ambientais e econômicos decorrentes da escolha de uma ETE e oportuniza identificar a tecnologia que atende às metas ambientais a menores custos para a sociedade no que diz respeito ao tratamento de esgotos de Condomínios residenciais populares. Quanto ao método a pesquisa proposta envolve estudo do caso de crescimento acelerado de Condomínios residenciais populares no município de Volta Redonda/RJ e suas respectivas ETEs..

1.4 Etapas e estrutura da pesquisa

As etapas da pesquisa estão mostradas na figura 2.

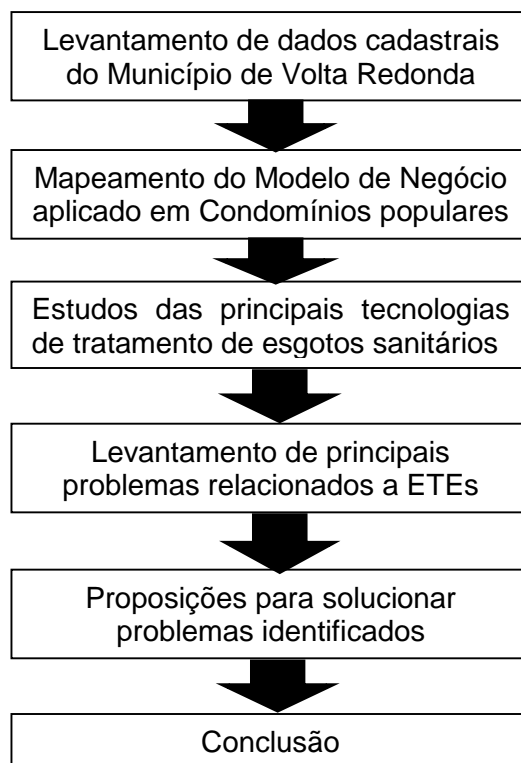


Figura 2: Etapas da pesquisa.

Quanto à estrutura, o presente trabalho está organizado da seguinte forma:

O capítulo 2 trata da revisão bibliográfica do trabalho considerando como itens principais: histórico da ocupação de Volta Redonda/RJ; etc.

O capítulo 3 traz a abordagem metodológica empregada na elaboração do presente trabalho e sua interação com diretrizes governamentais para implantação de Estações de Tratamento de Esgotos em Condomínios residenciais populares.

O capítulo 4 aborda os resultados e discussões a respeito de critérios para seleção de Estações de Tratamento de Esgotos para Condomínios residenciais populares de modo a garantirem o atendimento aos padrões de lançamento de efluentes líquidos tratados a menores custos econômicos e sociais para os moradores e vizinhança.

O capítulo 5 traz as conclusões obtidas, limitações e expectativas de trabalhos futuros, que serão definidos mediante os resultados apresentados no

capítulo 4.

Por fim, no capítulo 6 tem-se as referências bibliográficas utilizadas para todo o embasamento teórico.

1.5 Objetivo geral

Propor critérios para escolha de Estações de Tratamento de Esgotos de Condomínios residenciais populares de modo a que as mesmas atendam à legislação ambiental, apresentem baixo custo de implantação, sejam de operação/manutenção menos complexa possível e não provoquem incômodos rotineiros aos moradores dos empreendimentos.

1.6 Objetivos específicos

Os objetivos específicos do presente trabalho são:

- Identificar problemas enfrentados por moradores de Condomínios residenciais populares de Volta Redonda/RJ que estejam relacionados ao tipo de projeto da respectiva Estação de Tratamento de Esgotos;
- Identificar problemas enfrentados por moradores de Condomínios residenciais populares de Volta Redonda/RJ que estejam relacionados à implantação da respectiva Estação de Tratamento de Esgotos;
- Identificar problemas enfrentados por moradores de Condomínios residenciais populares de Volta Redonda/RJ que estejam relacionados à fase de operação da respectiva Estação de Tratamento de Esgotos;
- Apresentar benefícios às empresas de Construção civil que atuam nesse mercado de Condomínios residenciais populares na utilização de critérios de sustentabilidade na escolha das Estações de Tratamento de Esgotos de seus empreendimentos.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Caracterização do município

O município de Volta Redonda está localizado na microárea do Vale do Paraíba, no centro-sul do Rio de Janeiro, na região do fundo do vale, entre as Serras do Mar e a Mantiqueira. É conhecido como “Cidade do Aço”, por abrigar a CSN (Companhia Siderúrgica Nacional). O município possui uma área de 182,105 Km², e aproximadamente 273.988 habitantes, de acordo com o IBGE ano 2020.

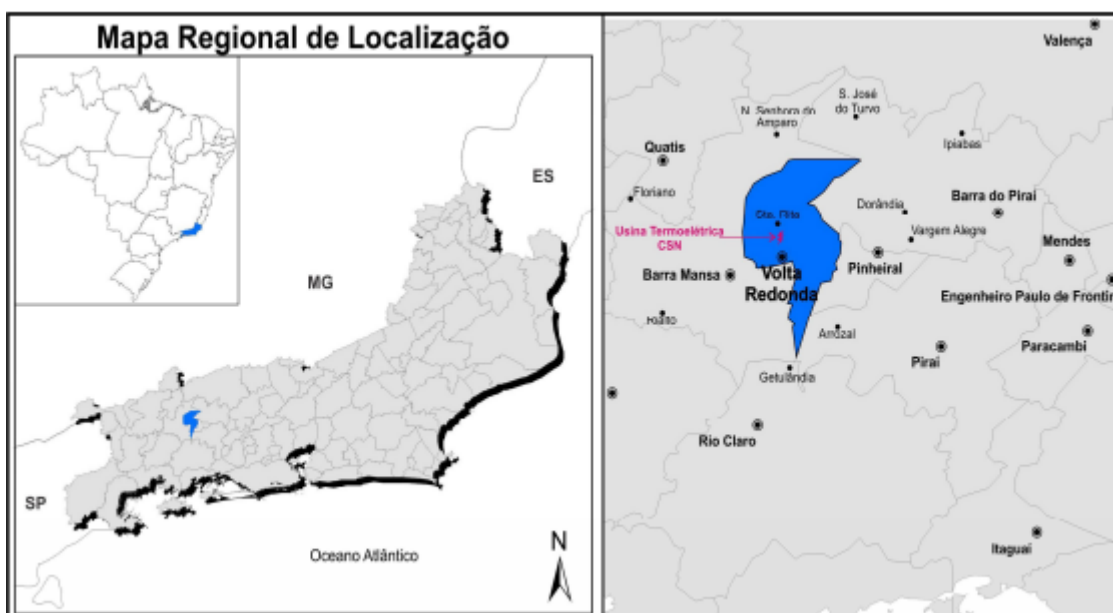


Figura 3 – Mapa de Localização regional do município de Volta Redonda no Estado do Rio de Janeiro.

Fonte: DIAS & GARCIA, 2014.

2.1.1 - Relevo

Há um terreno plano ao longo das margens do rio, chamado de planície aluvial, que favoreceu a expansão de cidades e indústrias. Ao redor da planície, existe uma região com colinas arredondadas, uma área cortada por um grande número de riachos que intercedem o rio Paraíba do Sul. No norte da cidade, encostas íngremes com altitudes mais altas. Ao sul, existem algumas áreas planas ou terrenos lisos, que se convergem em meio ao morros, formando dois conjuntos distintos de áreas. A altitude varia de 350 metros na margem do rio a 707 metros no canto nordeste (NEGRÃO, 2015).

2.1.2 - Clima

O clima é quente e úmido, o verão é quente e chuvoso e o inverno é seco. A temperatura média anual mais elevada é de 27,8°C, a temperatura média anual mais baixa é de 16,5°C, a precipitação média anual é de 1350 mm e a umidade relativa média anual é de 80%. No inverno, é muito comum o fenômeno da reversão do calor, que é causado pela camada de poluição remanescente acima da cidade, que forma uma barreira para bloquear a penetração dos raios solares, reduz a insolação e evita a liberação de calor e do volume de poluentes lançados a cada dia (DE OLIVEIRA *et al*, 2020).

2.1.3 - Solo

Nas área de planície, os tipos de solo presente são os hidromórficos e aluviais. Já na região da margem direita do Rio Paraíba do Sul, o solo predominante é o podzólico. Do outro lado do Rio, margem esquerda, os latossolos são prevalessentes. A região era naturalmente coberta pela Mata Atlântica, porém os diversos ciclos do cultivo de café que permaneceram na região por diversos anos, reverteu o quadro de ocupação das áreas que antes eram utilizadas para o plantio e posteriormente viraram pastagens de gado. Contudo, as gramas da região, não são suficientes para impedir o processo de erosão presente nessas áreas, devido ao alto índice pluviométrico e altos declives (VALADÃO, ARAUJO e DE CASTRO, 2018).

2.1.4 - Fauna

Devido à falta de comida, falta de abrigo e existência humana, quase não há diversificação de espécies animais, e apenas espécies com requisitos ecológicos mais baixos sobrevivem (PEREIRA, 2013).

2.1.5 - Cobertura vegetal

A vegetação foi severamente danificada, e o último representante é o Decreto Federal nº 90.792, de 9 de janeiro de 1985, que converteu a floresta de Cicuta em uma área com relevantes benefícios ecológicos.

A vegetação é classificada como floresta estacional semidecidual, desenvolvida em condições tropicais, com fortes chuvas no verão seguida de forte seca. Em comparação com as florestas costeiras, é uma floresta mais aberta, e a fácil penetração da luz solar favorece o aparecimento de extratos inferiores. No extrato superior, as árvores atingem a altura de 25 metros, e abaixo está o segundo extrato, que ainda arbóreo, a altura varia entre 12 e 15 metros. Os componentes de ambos os extratos têm troncos finos, muitos dos quais com folhas caídas. Devido à penetração da luz solar, os extratos de arbustos e subarbustos são relativamente densos (DE SOUZA, 2016).

2.2 Histórico de ocupação de Volta Redonda/RJ

Em meados do século 18, mais precisamente em 1744, os exploradores descobriram uma curva sinuosa e eloquente no Rio Paraíba Sul onde se estabeleceram, daí o princípio do nome de Volta Redonda. (PREFEITURA MUNICIPAL DE VOLTA REDONDA, 2018)

O tremendo desenvolvimento só começou em meados do século XIX, quando a navegação e a ferrovia Dom Pedro Segundo alcançaram Barra Mansa e Barra do Piraí. Naquela época, Volta Redonda ainda era um distrito de Barra Mansa. Apenas em 1954, após a fundação da Companhia Siderúrgica Nacional, elaborada pelo então presidente Getúlio Vargas em 1941, Volta Redonda conquistou sua independência. (LIMA, 2004).

Desde o princípio da instalação da Companhia Siderúrgica Nacional / Usina Presidente Vargas (1941) à inauguração (1946), a cidade de Volta Redonda viveu, e vive, até os dias de hoje diferentes estágios de expansão urbana. O primeiro é a combinação da dinâmica da imigração com o investimento e a expansão da planta industrial da CSN, o que implica uma grande mudança geográfica (infraestrutura implementada em geral).

A implantação da Usina Presidente Vargas esculpiu, grosso modo, duas indispensáveis áreas de concentração populacional urbana: as áreas propriamente controladas pela CSN, denominada cidade “oficial” da Companhia, englobando à princípio os bairros Conforto, Bela Vista e Vila Santa Cecília. A “cidade velha” era simbolizada pelo povoado de Niterói, localizado ao norte do Rio Paraíba do Sul, com uma estrutura interna mais dinâmica, em comparação com a cidade operária. (LOPES, 1993).

A crescente demanda por mão de obra e a atratividade imposta pela CSN, propulsaram o mercado imobiliário local a buscar novas áreas. O desenvolvimento do complexo industrial siderúrgico e metalúrgico, além do ramo de serviços, até mesmo nas cidades vizinhas, colaborou para o começo de novos bairros, tanto na parte da “cidade velha” como ao redor da cidade “oficial”. Firmou-se, assim, ao longo das décadas seguintes à introdução da Companhia, a amplificação e a solidificação de vetores de ocupação urbana.

A partir da CSN, muitas instalações urbanas foram construídas, necessárias para os operários e técnicos que iriam operar a fábrica. O aço caracterizou o terceiro momento importante na atual estrutura socioespacial de Volta Redonda e um divisor de águas no desenvolvimento da indústria urbana do país.

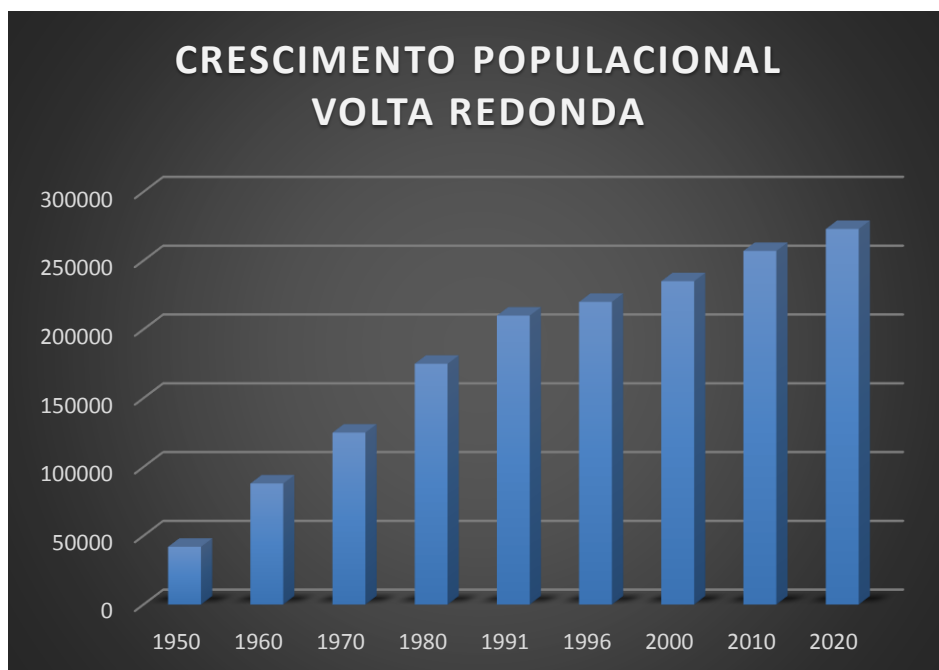


Figura 4: Gráfico de crescimento populacional de Volta Redonda.

Fonte: DE CASTRO & DE MELLO,(2008) e IBGE (2020).

O progresso da população foi auxiliado pela construção-ampliação da cidade “oficial”, de dever da CSN , que construía e financiava unidades residenciais para os colaboradores. No entanto, a diferença entre a demanda absoluta do número de empregados que existiam e os colaboradores assistidos, ampliou substancialmente. Essa situação conduziu à propagação de ocupações não planejadas ao redor de toda à cidade.

Conforme mencionado anteriormente, o crescimento industrial, os fluxos de migração, o crescimento populacional e a demanda por moradias, equipamentos urbanos e infraestrutura para atividades produtivas promoveram grandes mudanças na paisagem urbana.

A urbanização acelerada e desacompanhada de políticas públicas setoriais, contribuíram para um mal funcionamento do saneamento básico da cidade. Atualmente, apenas 26,4% do esgoto da cidade é tratado, de acordo com o Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento. (SNIS, 2019).

2.3 A expansão urbana pelos Condomínios residenciais

O déficit imobiliário brasileiro é de 7,9 milhões de moradias em todo o país, sendo o Sudeste a maior região com falta de habitações, sendo este 2,9 milhões de moradias. -(IPEA, 2020).

O programa governamental Minha Casa Minha Vida, com o objetivo de fomentar o crescimento econômico, tem sido muito importante na diminuição desse déficit, financiando empresas em grandes construções habitacionais populares e facilitando a compra do consumidor final, com juros baixos e parcelas condizentes com o salário mínimo brasileiro.

O mercado imobiliário em Volta Redonda, foi muito afetado nos últimos anos de crise econômica. Os efeitos foram ainda piores entre os anos de 2016 a 2019, com queda registrada de 30% a 40% na venda de imóveis. Entretanto, as iniciativas para liberação de crédito e a aprovação de reformas pelo governo federal, inverteram o cenário não só na cidade, mas no país como um todo.

Durante o período de queda nos negócios de venda, o espaço do mercado imobiliário voltado para as habitações populares manteve um bom fluxo, mesmo no momento mais forte da crise, mostrando que o comércio de imóveis em geral, precisou se adequar para superar o pior momento. Neste período, a procura por imóveis de valor mais baixo e dentro do programa “Minha Casa Minha Vida”, na faixa de R\$ 180 mil a R\$ 230 mil, localizados em bairros periféricos cresceu demasiadamente.

Ainda assim, com a instabilidade do mercado imobiliário na cidade, os investidores e construtores optaram por investimentos em construções mais baratas, direcionadas para renda familiar entre R\$ 1.600,00 à R\$ 5.000,00, abrangendo empreendimentos tanto do programa MCMV, quanto investimentos privados porém com valores de venda de imóveis até R\$ 285.000,00, o que facilita o comprador durante a transação pela melhor facilidade de crédito (APOLINÁRIO, 2017).

Hoje em dia, conforme De Oliveira, Mozer e Da Silva (2017), o domínio do mercado imobiliário da cidade de maneira exorbitante. Sendo assim, podemos destacar que os condomínios populares, além de estarem se modernizando e trazendo mais lazer para os moradores está atraindo grandes construtoras e

conseqüentemente aumentando o número de lançamentos de novos empreendimentos. No último ano, houve a entrega de aproximadamente 1.104 apartamentos populares (máximo 2 quartos e de até 60m²), de diferentes construtoras e em diferentes bairros da cidade como, por exemplo:

Residencial Vila Jardim (NOVA FONTE ENGENHARIA), no bairro Roma;
Residencial Jardim Mariana e Residencial Mirante Fase II (ACEPLAN CONSTRUÇÕES E INCORPORAÇÕES) na Rodovia do Contorno;
Condomínio Noel Rosa (HAEC CONGEL) no bairro Santa Cruz;

Todavia, o mercado imobiliário ainda continua aquecido e na cidade de Volta Redonda ainda possuem obras que estão muito avançadas e novos lançamentos de construtoras renomadas que estão previstos para iniciar ainda em 2021 como, por exemplo na Tabela 1:

Tabela 1: Empreendimentos em fase de execução atualmente em Volta Redonda.

Volta Redonda por habitações populares é nítido, as construtoras estão lançando cada vez mais empreendimentos na faixa do programa MCMV, atraindo mais compradores e impulsionando o comércio local de

EMPREENDIMENTO	CONSTRUTORA	Nº Apartamentos
Residencial Jardim Mariana Rubi	Grupo Aceplan	264
Residencial Jardim Mariana Esmeralda	Grupo Aceplan	264
Residencial Resplendor	Grupo Aceplan	336
Condomínio Vila Isabel	Haec Congel	124
Residencial Jacarandá Pitanga	MRV	256
Residencial Jacarandá Violeta	MRV	256

Contudo, com essa grande demanda e o aumento das habitações, surge um fator essencial e indispensável ecologicamente, que é o uso das estações de tratamento de esgoto em condomínios fechados (DE OLIVEIRA, MOZER e DA SILVA, 2017).

2.4 Processos de Tratamento de Esgotos

Os esgotos domésticos são provenientes de qualquer construção que possua cozinha, banheiro ou lavanderias, sendo que o mesmo é composto de águas de banho, restos de alimentos, urina, fezes, papel higiênico, sabão, gorduras, materiais plásticos e águas de lavagem.

Os processos de tratamento de esgoto são classificados em: preliminar, primário, secundário e terciário. A Tabela 2 apresenta as concentrações típicas possíveis de serem alcançadas com alguns tipos de tratamento.

Tabela 2 -Qualidade do Tratamento, Concentrações Típicas (Médias em mg/L)

Tipo de esgoto	TIPO DE TRATAMENTO	SS	DBO	DQO	N TOTAL	P TOTAL
Bruto	----	200	220	500	40	10
Primário	Decantação	100	155	350	38	9
Secundário	Lodos Ativados Convencional	30	25	75	30	8
Secundário	Lodos Ativados com Nitrificação	20	10	35	30	8
Secundário	Lodos Ativados com Nitrificação Denitrificação	20	10	30	8	8
Secundário	Lodos Ativados com Remoção Biológica de Fósforo	15	10	30	0	2
Terciário	Lodos Ativados Remoção N, P+Filtração	10	5	25	<5	<2

Fonte: Adaptado de Jordão e Pessoa, 2014

Em todas as etapas do processo de tratamento de esgoto sanitário há produção de lodo com diferentes características e qualidades, sendo necessário levar em consideração o tipo de lodo que cada etapa irá produzir. A Tabela 3 mostra o produto gerado em cada processo.

Tabela 3 – Produtos Gerados no Tratamento

Tratamento	Processos	Produtos
Preliminar	Gradeamento	Material gradeado
Primário	Sedimentação Flotação por ar dissolvido Coagulação e Sedimentação	Sólidos orgânicos, espuma Matéria graxa, espuma Sólidos orgânicos, precipitados químicos, escuma
Secundário	Lodos ativados Filtros biológicos com sedimentação final	Sólidos gerados no processo biológico
Adensamento ao Lodo	Adensamento por gravidade flotação filtros de esteira centrífugas	Lodo Concentrado
Tratamento do Lodo	Digestão anaeróbia aeróbia compostagem	Sólidos orgânicos parcialmente estabilizados, gás
Remover Umidade do Lodo	Leitos de secagem Desidratação mecanizada	Torta de lodo seco
Disposição Final do Lodo	Aterros Incineração Pirólise Lançamento submarino	Sólidos secos compactados Cinzas Vários produtos Sólidos dispersos e diluídos

Fonte: Adaptado de Jordão e Pessoa, 1995

2.4.1 Tratamento Preliminar

Consiste na remoção de sólidos grosseiros, flutuantes e de areia. Removendo resíduos sólidos e gorduras, evitando a obstruções nos outros processos de tratamento. A remoção de DBO não é feita nessa etapa.

Para realizar a remoção dos sólidos grosseiros pode haver a utilização de grades ou peneiras, a remoção de areias é feita através de caixas de areia, e a remoção de sólidos flutuantes é feita através das caixas de gordura. (Jordão e Pessoa, 2014)

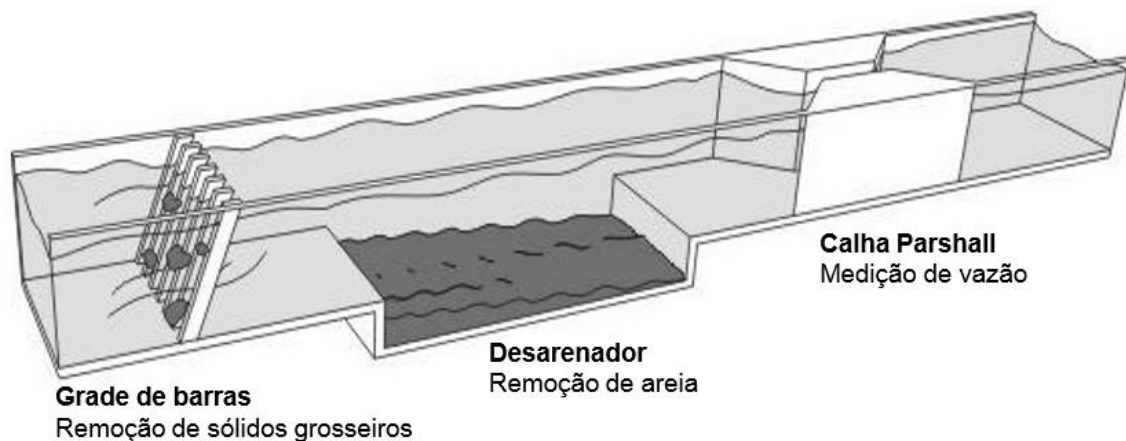


Figura 5: Fases do tratamento preliminar.
Fonte: SANTOS,2012.

2.4.1.1 Remoção de Sólidos Grosseiros

Os sólidos grosseiros são caracterizados por: materiais plásticos, papel higiênico, absorventes, fraldas descartáveis e similares.

A remoção dos sólidos grosseiros é feita para remover a carga poluidora bruta do esgoto, preparando-a para o posterior tratamento ou lançamento no corpo receptor, protegendo os sistemas de tratamento posteriores.

2.4.1.2 Remoção de Areias

A remoção é feita através das caixas de areia, sendo constituídas de areias, pedriscos e cascalho. Tendo como principal objetivo é reter essas partículas que se infiltram no sistema através de ligações indevidas de águas pluviais ou do lançamento inadequado desses resíduos na rede de esgoto sanitário, protegendo os equipamentos posteriores da abrasão, além de reduzir possíveis obstruções que possam ocorrer. (Jordão e Pessôa, 2014)

2.4.1.3 Remoção de Sólidos Flutuantes

Os esgotos sanitários domésticos possuem sólidos flutuantes (escuma) gerados através dos restos de manteiga, margarina, óleos vegetais, etc. Que são caracterizados como “gorduras”. (Jordão e Pessôa, 2014)

Essa remoção, tem como finalidade prevenir a obstrução dos coletores e acúmulo nas unidades de tratamento acarretando em perturbações no

funcionamento dos dispositivos de tratamento, além de mal odores. (Jordão e Pessoa, 2014)

2.4.2 Tratamento Primário

No tratamento primário é feita a remoção de sólidos suspensos, que são os materiais flutuantes e substâncias presentes no efluente. É composto de tanques de sedimentação ou decantadores, com digestão e secagem do lodo. (Jordão e Pessoa, 2014).

2.4.2.1 Sedimentação

A sedimentação é o processo onde o líquido continua estabilizado, com sua capacidade de carreamento e de erosão é diminuída, e as partículas que estão suspensas, irão decantar pela ação da gravidade. (Jordão e Pessoa, 2014)

O processo pode ser dividido em três tipos: sedimentação discreta, floculenta e em massa.

2.4.2.2 Decantador

Os decantadores recebem os esgotos que passaram pelo tratamento preliminar, e se mantiveram em inércia para deposição dos sólidos inorgânicos e orgânicos, para a sua posterior transferência. (Jordão e Pessoa, 1995)

Reduzindo a taxa de sólidos sedimentáveis e a DBO presente no esgoto para poderem ser encaminhados para os receptores ou para o tratamento secundário. Em alguns casos esses decantadores podem ser projetados com a finalidade de remover a espuma não removida no tratamento preliminar. (Jordão e Pessoa, 2014)

2.4.3 Tratamento Secundário

O tratamento secundário é um tratamento biológico, onde se remove a matéria orgânica através de microorganismos (bactérias, fungos e protozoários) ocorrendo reações bioquímicas aeróbicas e anaeróbicas. (Jordão e Pessoa, 2014)

Para tratamento secundário podemos utilizar os seguintes processos: filtração biológica, processo de lodos ativados, decantação intermediária ou final e

lagoas de estabilização aeróbias. (Jordão e Pessoa, 2014)



Figura 6: Esquemas das unidades da etapa dos lodos ativados.

Fonte: JORDÃO E VOLSCHAN, 2009.

2.4.4 Tratamento Terciário ou Avançado

É aplicado quando ha necessidade de remoção de microorganismos ou alguns nutrientes, que podem, potencializar a degradação dos corpos d'água. (Jordão e Pessoa, 2014)

Os principais processos do tratamento terciário são: lagoas de maturação, desinfecção, processo de remoção de nutrientes e filtração final. (Jordão e Pessoa, 2014)

Esse tratamento é, normalmente, indicado para hospitais ou similares

3 METODOLOGIA

Quanto à natureza, a pesquisa proposta é aplicada pois objetiva gerar conhecimentos para a seleção de Estações de Tratamento de Esgotos de Condomínios residenciais que minimizem incômodos a moradores e vizinhaças, atendendo aos padrões ambientais a menores custos para a sociedade. Quanto aos objetivos ela é normativa, pois envolve ações voltadas para o aperfeiçoamento de critérios de seleção disponíveis na literatura existente, para encontrar uma solução ótima. Quanto à abordagem, trata-se de uma pesquisa combinada (qualitativa e quantitativa), pois promove um descritivo de possíveis problemas relacionados à má escolha de ETEs para Condomínios residenciais, avalia possíveis danos socioambientais e econômicos e oportuniza identificar a tecnologia que atende às metas ambientais a menores custos para a sociedade. Quanto ao método a pesquisa proposta envolve estudo de caso, conforme mostra a figura 3.

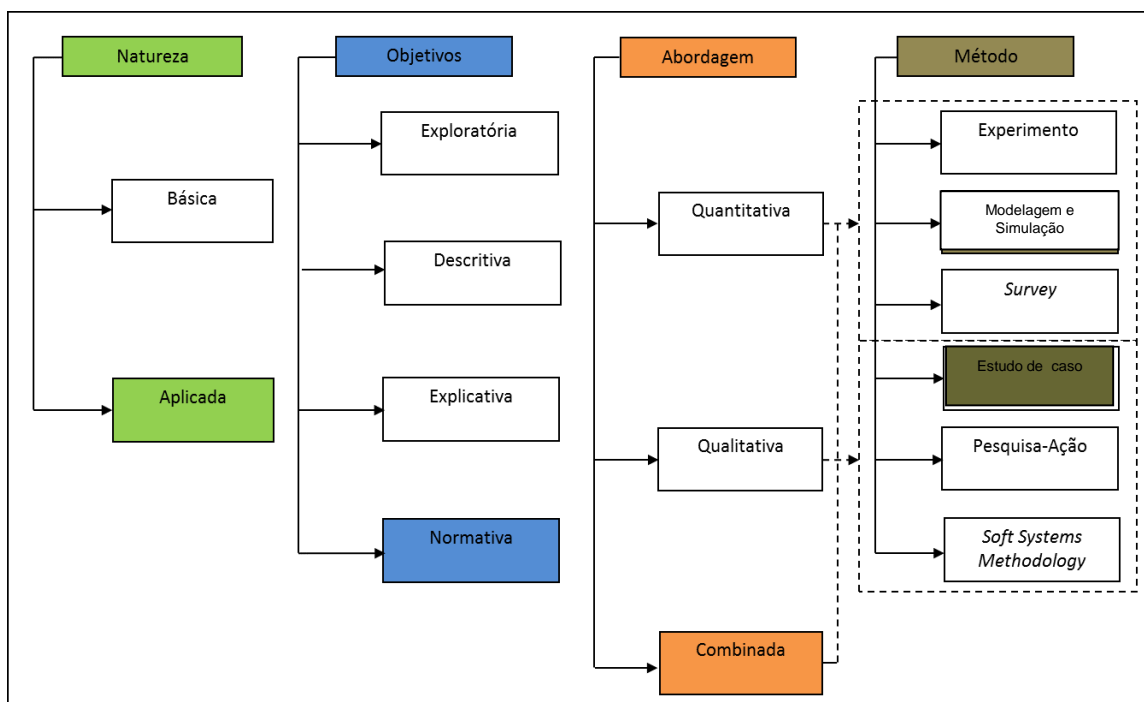


Figura 7: Classificação da pesquisa
Fonte: SEVERINO, 2014.

4 CRITÉRIOS NA SELEÇÃO DE ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ESGOTOS PARA CONDOMÍNIOS RESIDENCIAIS

Brandt *et al* (2018) afirmam que a escolha de um sistema de tratamento de esgotos deve, além de seguir critérios técnicos, quanto a atendimento a padrões de lançamento, também considerar questões operacionais e de manutenção. No caso de condomínios residenciais, segundo Gontijo e Madi (2018), por todo o país o conceito adotado pelo poder público local tem sido o de avaliar questões de dimensionamento de sistemas de tratamento de esgotos e submeter projetos a licenciamento ambiental para regularização. Brandt, Souza e Chernicharo (2017) relatam que, mesmo com projetos de tais sistemas sendo submetidos a análises detalhadas por parte de órgãos ambientais, tem ocorrido diversos casos de não atendimento à legislação ambiental. O autor destaca que essa falta de atendimento não é restrita apenas a padrões de lançamento de efluentes líquidos mas também a questões que envolvem principalmente o incômodo à moradores de Condomínios e circunvizinhança. A figura 8 mostra os principais compostos causadores de maus odores de sistemas de tratamento de esgotos e suas características.

H₂S (Gás Sulfídrico)	Formado a partir de microrganismos sobre sulfatos e outros compostos de enxofre em condições anaeróbicas. Pode ser encontrado nos esgotos afluente a ETE, quando o tempo de retenção no sistema coletor for elevado (Ex: Regiões metropolitanas). Em ETE's o H ₂ S é produzido nos decantadores primários, adensadores por gravidade, tanques de estabilização e áreas de manejo de lodo. É facilmente liberado para a atmosfera. Possui odor desagradável, semelhante ao de "ovo podre" sendo detectado pela maioria dos indivíduos em concentrações extremamente baixas. 2 - 4 PPB. É letal em concentrações acima de 300 PPM. Ataca o concreto, ferro, além de outros metais.
NH₃ (Amônia)	Geralmente encontrada nos esgotos em concentrações relativamente baixas de até 100mg/l. Amônia também é produzida a partir da quebra dos compostos orgânicos nitrogenados durante o tratamento anaeróbio de lodos. A concentração de detecção é a mesma da concentração limite de exposição ocupacional, 5 PPM, o que significa que quando presente em concentrações perceptíveis a amônia representa também um risco potencial à saúde do operador.
Aminas	Compostos orgânicos que contém o grupo amina (R - NH ₂), sendo mais conhecido a trietilamina N(CH ₂ CH ₃) ₃ detectável em concentrações de 0,2 PPB e responsável pelo "cheiro de peixe" muitas vezes observado.
Ácidos orgânicos, Aldeídos, Cetonas e Esteres	Grande variedade de compostos químicos. Todos com odor desagradável e baixa concentração de detecção.

Tabela 4: Principais compostos causadores de maus odores em Sistemas de Tratamento de Esgotos
Fonte: Brandt *et al* (2018).

Gontijo e Madi (2018) acrescentam que o fato de condomínios residenciais no Brasil possuírem, na maior parte das vezes, a obrigatoriedade de implantar seus próprios sistemas de tratamento, somente confirma a falta de ações concretas de saneamento básico por parte do poder público, que acaba transferindo esses custos para a iniciativa privada.

O grande problema, segundo Brandt, Souza e Chernicharo (2017), é que tais exigências governamentais acabam pulverizando sistemas de tratamento de esgotos e gerando problemas para a população, uma vez que normalmente tais sistemas são entregues à administração dos respectivos condomínios residenciais para operarem e darem manutenção nos mesmos. A figura 9 mostra um esquema de descentralização de sistemas de tratamento de esgotos.

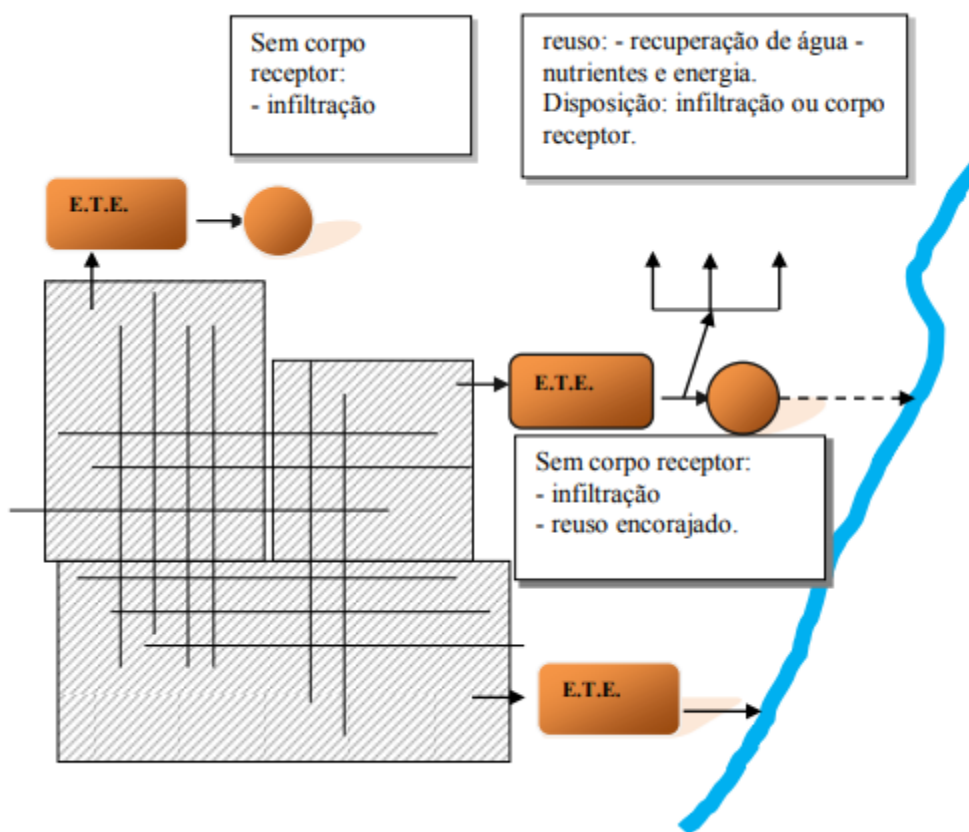


Figura 8: Exemplo de Descentralização de Estações de Tratamento de Esgotos (ETEs)

Fonte: Oliveira Junior (2014).

Segundo Mendonça (2016), o emprego de sistemas de tratamento de esgotos de forma descentralizada, conforme ocorre no caso de Condomínios residenciais, não representa necessariamente um problema socioambiental e até econômico, desde que alguns critérios gerais sejam adotados. A figura 10 mostra tais critérios, os quais, segundo o autor, estão alinhados com os pilares do desenvolvimento sustentável.

	Econômica	Ambiental	Social
Tecnologias "apropriadas" para seleção	Investimento Densidade Populacional Eficiência Tecnológica Operação e manutenção Gerenciamento de resíduos	Proteção ambiental Conservação de recursos Reuso de águas Reciclagem de nutrientes	Saúde pública Política governamental Planejamento Regulações legais Assentamentos humanos

Tabela 5: Critérios gerais para escolha de tecnologias de tratamento de esgotos.
Fonte: Mendonça (2016).

Ao considerar os aspectos sociais, ambientais e econômicos, é possível então perceber, conforme Mendonça (2016), ser necessário que, desde a etapa de escolha do tipo de tratamento de esgotos para um dado empreendimento, a observação quanto ao atendimento aos padrões de lançamento de esgotos tratados no meio ambiente e os custos socioambientais e econômicos nas fases de projeto, implantação e de operação/manutenção.

Com base nas informações apresentadas anteriormente, a seguir são propostos critérios em cada fase de uma Estação de Tratamento de Esgotos para condomínios residenciais.

4.1 Fase de projeto

A fase de projeto de um sistema de tratamento de esgotos de condomínios residenciais deve se caracterizar pela definição de objetivos do tratamento. Tais objetivos deverão ser utilizados pelo projetista para elaborar os critérios a serem considerados. Tais critérios são, conforme Pereira *et al* (2018), os seguintes:

- a) Apresentar eficiência de remoção de poluentes presentes em esgotos domésticos compatível com a legislação em vigor;

- b) Estar alinhado com o Sistema de Licenciamento Ambiental em vigor e seus requisitos (Ex.: outorga de lançamento, evitar/não ocupar faixa marginal de proteção, etc);
- c) Apresentar menores custos de implantação e de operação/manutenção;
- d) Ter operação/manutenção o mais simples possível;
- e) Ocupar menor área;
- f) Minimizar incômodos à vizinhança; e
- g) Possuir maior vida útil possível.

Araujo *et al* (2021) afirmam que a não observação de apenas um dos requisitos mencionados anteriormente tem grande chance de causar grandes danos, tanto para o meio ambiente, como para moradores de condomínios, vizinhos dos mesmos, operadores e técnicos de manutenção desses sistemas de tratamento, ao empreendimento e à própria Construtora. Os mesmos autores afirmam que a importância dessa fase é tão grande que pode contribuir para valorizar ou desvalorizar imóveis e até mesmo o nome da própria Construtora responsável pelo empreendimento.

4.2 Fase de implantação

A fase de implantação de um sistema de tratamento de esgotos de condomínios residenciais deve levar em consideração alguns critérios que são fundamentais, segundo Araujo *et al* (2021) para o atendimento aos padrões ambientais com menores custos e maiores benefícios para a sociedade.

Tais critérios são os seguintes:

- a) Estudo prévio da área escolhida para implantação da estação de Tratamento de Esgotos (Ex.: Sondagem, topografia, avaliação geoambiental, etc);
- b) Avaliação de risco de colapso de estruturas de tanques com consequente proteção por diques de contenção para evitar poluição do meio ambiente em decorrência de algum vazamento;
- c) Facilidade de acesso à Estação de Tratamento de Esgotos por parte das equipes que futuramente deverão fazer a operação/manutenção do

sistema;

- d) Estrutura básica de atendimento aos futuros operadores, equipe de manutenção e visitantes da estação de Tratamento de Esgotos (ponto de água potável, banheiro, bancada para testes eventuais de acompanhamento da performance do sistema e, de preferência, um local para fazer anotações sobre o processo);
- e) Isolamento da área para restrição de acessos futuros à Estação de Tratamento de Esgotos de pessoas não autorizadas pelo condomínio;
- f) Tratamento externo (“cercas verdes”, cobertura, pintura harmônica) da Estação de Tratamento de Esgotos para minimizar os impactos visuais.

Gontijo e Madi (2018) se referem a essa fase também como fundamental ao sucesso do próprio empreendimento uma vez que acidentes podem ocorrer a partir de rompimento de tanques e tubulações de interligação dos sistemas de tratamento, podendo provocar poluição e muitos transtornos por causa de maus odores, principalmente. Além disso, afirmam, um bom tratamento visual da Estação de Tratamento de Esgotos auxilia na integração da mesma com o restante da paisagem e causando menos má impressão principalmente aos moradores que residem mais próximo do sistema de tratamento dentro de um condomínio.

4.3 Fase de operação/manutenção

A fase de operação/manutenção de um sistema de tratamento de esgotos de condomínios residenciais deve levar em consideração segundo Gontijo e Madi (2018), os seguintes critérios:

- a) Sinalização adequada de todos os componentes da Estação de Tratamento de Esgotos (tanques, tubulações, bombas, etc);
- b) Condições adequadas de acessibilidade para todas as pessoas que desenvolverão atividades nessa fase na Estação de Tratamento de Esgotos;
- c) Existência no local de Fichas de Segurança de Produtos Químicos (Fispqs);
- d) Existência de manuais de operação e de manutenção dos

componentes da Estação de Tratamento para fácil consulta;

- e) Condições de segurança e higiene ocupacional necessárias para o desempenho das atividades a serem desenvolvidas nessa fase.

5 CONCLUSÃO

A partir do exposto conclui-se que os fundamentos para que um Condomínio residencial tenha, por obrigação, implantar uma ETE para o tratamento dos seus próprios esgotos sanitarios, quando o empreendimento, tanto publico quanto privado, possua um numero de usuarios a cima de 40 pessoas por dia. O que só afimar a falta de ações de saneamento basico por parte do poder publico. Por mais detalhado que seja o processo de implantação, em diversos casos ainda ocorre o não atendimento da legislação ambiental. Um dos principais problemas enfrentados pelas construtoras, é o não atendimento aos padrões dos esgotos que serão lançados. Deve-se cumprir os mínimos critérios para as diferentes fases, assim, contribuindo positivamente para que o sistema seja percebido como algo que agregue valor ao empreendimento. Alguns desses criterios podem ser: Apresentar eficiencia na remoção dos poluentes, fazer um estudo previo da area escolhida, e condições adequadas de acesso para facilitar o monitoramento e a manutenção da ETE.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS-ANA. Panorama da qualidade das águas superficiais do Brasil. 2012.

ALVES, Guilherme Prado et al. Periferização, qualidade ambiental urbana e percepção dos moradores em cidades médias: estudo de caso no município de Itajubá/MG. *Research, Society and Development*, v. 10, n. 1, p. e3710111332-e3710111332, 2021.

AMBROZEVICIUS, Andréa Pimenta. Diretrizes para implantação de tratamento de esgoto doméstico na Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul. 2018.

ARAUJO, Marcus V. F., SILVA, Luisa J. F. A, ARAUJO, Marina J. F. A.. *Performance evaluation of the sewage treatment system SANEBOX. GSC Advanced Research and Reviews*, 2021, 07(01), 161-165.

APOLINÁRIO, Luiz Alfredo Francisco. Os impactos da política de crédito imobiliário sobre a produção da construção civil. 2017.

BRANDT, Emanuel Manfred Freire; SOUZA, Cláudio Leite; CHERNICHARO, Carlos Augusto Lemos. Alternativas para o controle de odores e corrosão em sistemas de coleta e tratamento de esgoto. *Engenharia Sanitaria e Ambiental*, v. 22, n. 4, p. 611-623, 2017.

BRANDT, Emanuel Manfred Freire et al. Contribuição para o aprimoramento de projeto, construção e operação de reatores UASB aplicados ao tratamento de esgoto sanitário–Parte 4: Controle de corrosão e emissões gasosas. *Revista DAE–edição especial*, v. 66, n. 214, p. 56-72, 2018.

BRASIL. Decreto nº 90.792, de 9 de janeiro de 1985. Dispõe sobre a declaração de área de relevante interesse ecológico, no Município de Volta Redonda, no Estado do Rio de Janeiro, e dá outras providências. Disponível em: <<http://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/1980-1987/decreto-90792-9-janeiro-1985-440611-publicacaooriginal-1-e.html>>. Acesso em: 23/03/2021.

DA COSTA LIMA, Raphael Jonathas. Novas e velhas questões: revisando a historiografia sobre Volta Redonda (RJ). *História Unisinos*, v. 14, n. 1, p. 77-87, 2010.

DE CAMPOS, Tácio Mauro Pereira. Avaliação da efetividade da recuperação ambiental do vazadouro do Município de Volta Redonda–RJ. Tese de Doutorado.

PUC-Rio, 2019.

DE CASTRO, Cleber Marques; DE MELLO, Eduardo Vieira. *Evolução Urbana na Cidade de Volta Redonda (RJ)*. 2008.

DE CASTRO, José Adilson. *Caracterização Física-Química do Solo do Aterro Municipal de Volta Redonda–RJ*. In: Simpósio. 2018.

DE OLIVEIRA, Jéssica Guerra Inácio et al. *Poluição do Ar e Internações Hospitalares por Doenças Respiratórias em Volta Redonda (RJ)*. *Brazilian Journal of Environmental Sciences (Online)*, v. 55, n. 1, p. 72-88, 2020.

DE OLIVEIRA, Valéria G. *Sustentabilidade e ética na gestão hídrica de Volta Redonda*. 2019.

DE OLIVEIRA, Valéria Garcez; MOZER, Thiago Simonato; DA SILVA CÉSAR, Aldara. *Avaliação da sustentabilidade do sistema de abastecimento hídrico e esgotamento sanitário em Volta Redonda-RJ*. SIGABI. 2017.

DE SOUZA, Camila da Costa Barros et al. *Diagnóstico ambiental da poluição dos solos no bairro Volta Grande IV, Volta Redonda-RJ*. *Cadernos UniFOA*, v. 11, n. 30, p. 13-22, 2016.

DIAS & GARCIA, José Eduardo Dias e José Miguel Peters Garcia et al. *Aplicação do mapa de unidades geomorfológicas para fins de planejamento de uso e ocupação de territórios por meio da ferramenta de geoprocessamento: estudo de caso no município de Volta Redonda, RJ*. *Revista Eletrônica Geoaraguaia* V 4, n.2, p 97 - 112. Barra do Garças, MT. 2014.

FLEURY, Lorena Cândido; BARBOSA, Rômulo Soares; JÚNIOR, Horácio Antunes de Sant’Ana. *Sociologia dos conflitos ambientais: desafios epistemológicos, avanços e perspectivas*. *Revista Brasileira de Sociologia*, v. 5, n. 11, p. 219-253, 2017.

GONTIJO, Jéssica Cristine; MADI, Ana Paula Lang Martins. *Diagnóstico Da Produção De Odor Em Estações De Tratamento De Esgotos Domésticos E Seus Problemas Relacionados*. *Caderno PAIC*, v. 19, n. 1, p. 303-318, 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). *Censo Demográfico 2010*: Rio de Janeiro: IBGE, 2010.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). *Área territorial e população estimada 2020*: Volta Redonda: IBGE, 2020.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA (IPEA). *Déficit imobiliário no*

Brasil e Déficit imobiliário no Sudeste. 2020.

JORDÃO E PESSOA, Eduardo Pacheco e Contantino Arruda et al. Tratamento de esgotos domésticos – 8ª Edição., 2014

JORDÃO, E.P; VOLSCHAN JR., I. Tratamento de esgotos em empreendimentos habitacionais. Brasília: CAIXA, 2009.

LIMA, Roberto Guião de Souza. Volta Redonda do café e do leite: 140 anos de história. Nogueira Artes Gráficas, 2004.

LOPES, Alberto Costa. A aventura da cidade industrial de Tony Garnier em Volta Redonda. 1993. 235 p. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1993.

MENDONÇA, Alexandre Antonio Jacob de. Avaliação de um sistema descentralizado de tratamento de esgotos domésticos em escala real composto por tanque séptico e wetland construída híbrida. 2016. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

NEGRÃO, André Pires et al. Mapa geológico do cenozoico da região da bacia de Volta Redonda (RJ, segmento central do Rifte Continental do Sudeste do Brasil): identificação de novos grabens e ocorrências descontínuas, e caracterização de estágios tectonossedimentares. *Brazilian Journal of Geology*, v. 45, n. 2, p. 273-291, 2015.

OLIVEIRA JÚNIOR, José Lima de. Modelo de avaliação de alternativas de tratamento descentralizado de esgoto doméstico para pequenas comunidades. 2014.

PEREIRA, Sérgio Nogueira et al. Mamíferos de um fragmento florestal em volta redonda, estado do Rio de Janeiro. *Bioscience Journal*, v. 29, n. 4, 2013.

PEREIRA, Filipe Lima; DE OLIVEIRA MARINHO, Marcia Mara; QUEIROZ, Luciano Matos. Critérios Analíticos Para Licenciamento Ambiental De Estações De Tratamento De Esgotos: Uma Contribuição A Partir De Estudos De Casos Na Bacia Hidrográfica Do Rio São Francisco. *Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais*, v. 6, n. 1, p. 85-96, 2018.

PREFEITURA MUNICIPAL DE VOLTA REDONDA. História da cidade. 2018.

SANTOS, A.S.P., Tratamento de Águas Residuárias. Notas de aula – Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental. Universidade Federal de Juiz de Fora, 2012.

SEVERINO, A. J. Metodologia do trabalho científico. Cortez Editora. 2014.

SILVA, Eduardo Ângelo da et al. Arigós e peões na Cidade do Aço: experiências urbanas e fabris, cultura e identidades de classe (Volta Redonda-RJ, 1970-1980). 2010.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO (SNIS). 2019. SOUZA, Joseane de; FRUTUOZO, José Victor de Paula. Rio de Janeiro: considerações sobre os processos de expansão urbana e interiorização do crescimento (1980-2010). urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana, v. 10, n. 1, p. 124-139, 2018.

TORRES, P. H. C.; RAMOS, R. F.; GONÇALVES, L. R. Conflitos ambientais na macrometrópole paulista: Paranapiacaba e São Sebastião. Revista Ambiente & Sociedade, v. 22, 2019.

VALADÃO, Izabella Christynne Ribeiro Pinto; ARAÚJO, Adriana de Souza Forster;