

**FUNDAÇÃO OSWALDO ARANHA
CENTRO UNIVERSITÁRIO DE VOLTA REDONDA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AMBIENTAL
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**ADRIANA DA SILVEIRA LANCHIM
HELENA SCHNEIDER SERRA**

**ELEMENTOS PARA PLANEJAMENTO DO SISTEMA DE
ESGOTAMENTO SANITÁRIO DO MUNICÍPIO DE PINHEIRAL**

**VOLTA REDONDA
2018**

**FUNDAÇÃO OSWALDO ARANHA
CENTRO UNIVERSITÁRIO DE VOLTA REDONDA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AMBIENTAL
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**ELEMENTOS PARA PLANEJAMENTO DO SISTEMA DE
ESGOTAMENTO SANITÁRIO DO MUNICÍPIO DE PINHEIRAL**

Monografia apresentada como exigência para obtenção do grau de bacharelado em Engenharia Ambiental do Centro Universitário de Volta Redonda UniFOA.

Alunas:

Adriana da Silveira Lanchim

Helena Schneider Serra

Orientador:

Prof. Me. Marcus Vinicius Faria de Araujo

Coorientador (a):

Prof.^a Ma. Joice Andrade de Araújo

Prof. Me. Pedro Magalhães

VOLTA REDONDA

2018



Fundação Oswaldo Aranha



Anexo 10

FOLHA DE APROVAÇÃO

O Trabalho de Conclusão de Curso intitulado: **ELEMENTOS PARA PLANEJAMENTO DO SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DO MUNICÍPIO DE PINHEIRAL.**

Elaborado por **Adriana da Silveira Lanchim e Helena Schneider Serra**, apresentado publicamente perante a Banca Avaliadora, como parte dos requisitos para conclusão do Curso de Engenharia Ambiental

Aprovada em 12 de JUNHO de 2018

Banca Avaliadora:

Professor Orientador

Marcus Vinicius Faria de Araujo, Mestre (UniFOA)

Professora Avaliador

Ana Carolina Callegario Pereira, Doutora (UniFOA)

Professor Avaliador

Francisco Jacome Gurgel Junior, Doutor (UniFOA)

Dedicamos o presente trabalho de conclusão de curso aos nosso pais, amigos, irmãos e toda família que construímos dentro da faculdade, que com muito carinho, apoio e incentivo, não mediram esforços para que conseguíssemos tornar esta etapa em realidade.

AGRADECIMENTOS

Dizer obrigada, às vezes, não é suficiente para agradecer, sei que cada pessoa que passou na nossa vida contribuiu para quem pudéssemos ser, mesmo que eterna seja a evolução, é essencial sempre ter gratidão, então agradecemos a Deus e a todas pessoas que nos ajudaram, por dentro do coração vamos sempre levar tudo que nos ensinaram.

RESUMO

Os recursos hídricos são essenciais para a manutenção de vida de todos seres vivos, perante a crescente urbanização impactos ao meio ambiente tem sido gerados pelo elevado lançamento de efluentes, que na maioria não são tratados e contaminações dos mananciais, doenças relacionadas a veiculação hídrica tem sido os principais problemas porém não os únicos, a falta de saneamento básico além de doenças também trazem o risco de degradar o solo, os cursos d'água e toda a biótica no local e em seu entorno. O presente trabalho começa com um diagnóstico com foco no esgotamento sanitário tendo objeto de estudo o município de Pinheiral, localizado no estado do Rio de Janeiro, para que através deste estudo possa fornecer de modo resumido, elementos considerados fundamentais para a elaboração de um planejamento do sistema de esgotamento sanitário. Ao longo do trabalho são apresentadas as etapas consideradas como principais integrantes de um sistema de esgotamento sanitário municipal, segundo a Lei Federal nº 11.445 de 5 de janeiro de 2007, partindo do levantamento de dados cadastrais e diagnóstico técnico, até tipos de redes coletoras, seus traçados e típicos processos de tratamento de esgotos passíveis de serem adotados. O trabalho propõe o uso de ferramentas de gestão da qualidade com aplicação de técnicas que podem permitir o alcance dos objetivos da administração pública do município de Pinheiral, além de possibilitar alternativas de melhoria contínua em termos de saneamento básico municipal.

Palavras-chaves: Planejamento, Esgotamento sanitário, Saneamento básico, Gestão da qualidade, Pinheiral.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	12
1.1	Problemática	13
1.2	Justificativa.....	14
1.3	Objetivo Geral	15
1.3.2	Objetivos específicos.....	15
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	16
2.1	Esgotos Sanitários	16
2.2	Sistemas de esgotamento sanitário	17
2.3	Rede coletora de esgoto	17
2.4	Traçado de rede coletora	21
2.5	Carta planialtimétrica do Município de Pinheiral.....	22
2.6	Tipos de tratamento de efluentes	23
2.6.1	Estação de tratamento de esgoto (ETE)	23
2.6.2	Fossa séptica	25
2.6.3	Lagoa aeróbia	25
2.6.4	Lagoa anaeróbia	26
2.6.5	Lagoa facultativa	26
2.6.6	Reator UASB.....	27
2.7	Processos de tratamento de esgoto.....	28
2.8	Importância do tratamento de esgoto.....	29
2.9	Ciclo PDCA	31
2.10	Diagnósticos e Planos de ação com ferramenta estratégica de gestão	33
3	METODOLOGIA.....	35
3.1	Processo de aquisição de dados primários.....	35
3.2	Análise e tabulação dos dados.....	36
3.3	Proposta para o planejamento do Esgotamento do Município	36
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	38
4.1	Processo de aquisição de dados primários.....	38
4.1.1	Tratamento de efluentes.....	40
4.2.	Identificação de dados.....	40
4.3	Proposta de elementos para o planejamento.....	41

4.3.1 Traçado de rede coletora de esgotos sanitários.....	41
4.3.2 Profundidade da rede coletora	42
4.3.3 Parâmetros limites e valores do projeto	43
4.3.4 Materiais das tubulações de esgoto	44
4.3.5 Quantidade a esgotar	45
4.3.6 Vazão do início e fim do plano	46
4.3.7 Declividade mínima e econômicas	48
4.3.8 Tensão trativa.....	48
4.3.9 Dimensionamento da rede	48
4.4 Alternativas de tratamento de efluentes.....	49
4.4.1 Enquadramento de legislações	51
4.4.2 Alternativas da disposição final do lodo.....	54
4.5 Disposição final dos efluentes.....	55
4.6 Ciclo PDCA.....	58
5 CONCLUSÕES.....	60
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	61
7 APÊNDICE	70
8 ANEXO	71

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Mapa do município de Pinheiral.....	13
Figura 2. Vista superior do município de Pinheiral.....	13
Figura 3. Elementos constituintes da rede coletora.....	19
Figura 4. Rede coletora de esgoto e redes pluviais.....	20
Figura 5. Tipos de traçado de rede coletora.....	22
Figura 6. Carta planialtimétrica do município de Pinheiral.....	23
Figura 7. Fluxograma típico do sistema de lodos ativados convencional.....	24
Figura 8. Consequência do lançamento de carga orgânica em um curso d' água.....	30
Figura 9. Etapas do ciclo PDCA.....	32
Figura 10. Importância do diagnóstico e do plano de ação para a obtenção de um cenário futuro de sucesso em um determinado tema.....	33
Figura 11. Fluxograma das etapas metodológicas do projeto.....	35
Figura 12. Gráfico do sistema de rede coletora do município de Pinheiral.....	40
Figura 13. Recomendação para a profundidade da rede coletora.....	43
Figura 14. Tubos e conexões de PVC.....	45
Figura 15. Tubulação de PEAD.....	45
Figura 16: Articulação das sub-bacias da área urbana do Município de Pinheiral.....	56
Figura 17. Etapas do ciclo PDCA para o sistema de esgotamento sanitário de Pinheiral.....	57

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Etapas do ciclo PDCA.....	32
Quadro 2. Análises estratégicas de alta performance.....	34
Quadro 3. Análise entre custos e áreas requeridas.....	50
Quadro 4. Dados de qualidade do Rio Paraíba do Sul.....	55

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Comparação de parâmetros e eficiência em diferentes etapas de tratamento.....	29
Tabela 2. Vazão per capita de água e contribuição per capita de esgoto em função do padrão da resistência.....	39
Tabela 3. Eficiência de diversos sistemas de tratamento de esgoto.....	49
Tabela 4. Padrões de lançamento de efluentes.....	52
Tabela 5. Comparação entre os custos de disposição final do lodo.....	54

LISTA DE SIGLAS

ANA – Agência Nacional das Águas
ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas
CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente
COT – Comando de Operações Táticas
DBO – Demanda Biológica de Oxigênio
DQO – Demanda Química de Oxigênio
ETE – Estação de Tratamento de Esgotos
EIA – Estudo de Impacto Ambiental
FOA – Fundação Oswaldo Aranha
IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INEA – Instituto Estadual do Ambiente
ITB – Instituto Trata Brasil
LP – Licença Prévia
LI – Licença de Implantação
LO – Licença de Operação
MMA – Ministério do Meio Ambiente
OD – Oxigênio Dissolvido
OMS – Organização Mundial de Saúde
PDCA - Plan, Do, Check e Action
PNSB - Plano Nacional de Saneamento Básico
PEAD – Polietileno de Alta Densidade
PI – Poço de Inspeção
PMSB – Plano Municipal de Saneamento Básico
PV – Poço de Visita
PVC – Policloreto de Vinila
PH – Potencial Hidrogeniônico
RIMA – Relatório de Impacto Ambiental
TL – Terminal de Limpeza
UASB – Upflow Anaerobic Sludge Blanket (reator anaeróbio de fluxo ascendente)
NTS – Norma Técnica Sabesp
SUPMEP – Superintendência Regional do Médio Paraíba do Sul
SABESP – Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo

1 INTRODUÇÃO

O crescimento populacional, a urbanização e a variedade de atividades antrópicas tem gerado efluentes, sendo sua maioria sem tratamento. O saneamento básico tem a função de promover equilíbrio entre o homem e a natureza, porém a falta de saneamento básico é um fator comum encontrado e assim, tem gerados bastantes problemas para o ser humano e para os seres vivos ao seu entorno.

O saneamento básico é um direito vital que se descreve como um acoplado de medidas para tornar as condições adequadas à saúde da comunidade e estabelecer princípios rigorosos para precaver doenças, incorporando um conjunto de ações articuladas que envolvem tanto o esgotamento sanitário como o abastecimento de água, drenagem pluvial, destinação de resíduos, limpeza de vias urbanas, controle de pragas e organismos patogênicos (ALEM SOBRINHO, 1999).

A água sempre foi essencial para a sobrevivência, os crescimentos das atividades econômicas sempre dependeram de seu uso, porém toda atividade antrópica gera poluentes e impactos no meio ambiente. Com o elevado crescimento demográfico aumenta a demanda para suprir as necessidades básicas, porém a falta de planejamento ambiental adequado, ocasiona impactos ambientais nos recursos hídricos, solos e em todo ecossistema que existe no local (ALVES, 2017).

A poluição de um corpo hídrico dá-se a partir de impactos que promovem alterações em sua qualidade, em seu estado físico ou químico e por fim sua composição é modificada por atividade antrópica. Para que haja controle e disposição adequada dos efluentes há a necessidade de se planejar projetos de sistema de esgotamento sanitário que consiste em coletar as águas residuais e demais efluentes através de redes coletoras onde deverá tratar e destinar adequadamente (BARROS *et al*, 2017).

A forma mais adequada de impedir que pessoas tenham proximidade com dejetos é através da realização de sistemas de esgotamento adequado de coleta, transporte, tratamento e destinação final para pós esgotos sanitários. Mediante ao contexto apresentado esta pesquisa possui como objeto de estudo o município de Pinheiral, localizado no Sul do estado do Rio de Janeiro indicado pelas figuras 1 e 2 a seguir, que possui população estimada de 24.282 habitantes de acordo com Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística de 2017.

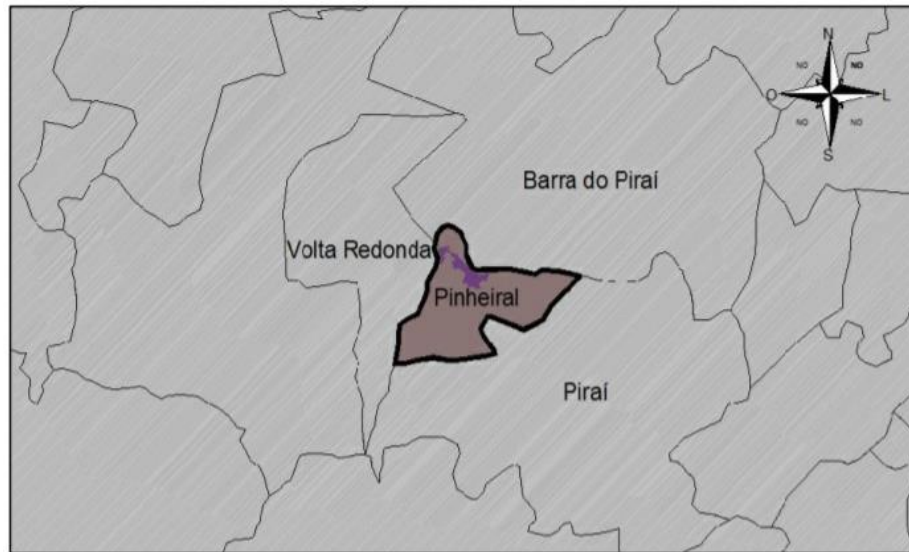


Figura 1 – Mapa do município de Pinheiral
Fonte: CEIVAP, (2014)



Figura 2 – Vista superior do município de Pinheiral
Fonte: PINHEIRAL, (2017)

1.1 Problemática

Conforme dados coletados pela Agência Nacional das Águas, em um estudo comparativo entre municípios do trecho do Sul do Rio de Janeiro com a finalidade de obter informações sobre a poluição no Rio Paraíba do Sul, Pinheiral é considerado o município que mais dispõe efluentes *in natura* no curso d'água, cerca de mais de 90% não possui nenhum tratamento (ANA, 2012).

A exposição a condições impróprias de esgotamento sanitário ou a falta deste trazem problemas muito graves de saúde, bem-estar da população e impactos no meio ambiente. A partir desses impactos a prefeitura tem a necessidade de elaborar um planejamento, elaborar projetos ou contratar empresas responsáveis e implantar um sistema de esgotamento sanitário. De acordo com a Lei Federal nº 11.445/2007 o município é responsável por promover saneamento básico em todo seu território, dentre eles o sistema de esgotamento sanitário.

Entretanto, o conhecimento sobre a estrutura sanitária do município de Pinheiral/RJ, segundo levantamento realizado e demonstrado ao longo do presente trabalho, aponta para um estágio de ausência de registros e de informações gerais que possibilitem um entendimento mínimo a respeito da malha de esgotamento sanitário existente. Desse modo a problemática identificada tem início na necessidade de se efetuar um planejamento à princípio, o qual oportunizará futuros projetos e implantações de sistemas relacionados a esgotamento e tratamento de esgotos.

Assim sendo, a questão principal deste projeto é: Quais os requisitos necessários ao planejamento do sistema de esgotamento sanitário do município de Pinheiral para tomada de decisão e aquisição de um sistema a ser implementado ao município de Pinheiral?

1.2 Justificativa

Pela perspectiva econômica, condições adequadas de saneamento básico traz uma diminuição dos gastos relacionadas à tratamento de doenças que poderiam ter sido evitadas, além de reduzir o custo de tratar a água que os abastece, preservar locais que poderiam servir como recreação e até promover turismo no local e preservar a fauna e flora que existe no município (BARROS *et al*, 2017). Estudos, e projetos trazem diversos benefícios, garantindo uma melhor qualidade de água para os moradores e todo ecossistema da cidade, promovendo condições melhores para se morar.

Neste contexto, o presente estudo justifica-se por fornecer à gestão do Município de Pinheiral/RJ, elementos para um planejamento para auxiliar na tomada de decisões concedendo alternativas para adequação da rede coletora, para o sistema de tratamento e para disposição de efluentes. Toda esta adequação trará retornos para a saúde pública, o meio ambiente e a sociedade em geral.

1.3 Objetivo Geral

O objetivo do presente trabalho foi efetuar um diagnóstico do Município de Pinheiral e propor elementos para um plano de ação visando melhorar o sistema de esgotamento sanitário do município.

1.3.1 Objetivos específicos

- Efetuar levantamento de dados cadastrais do município de Pinheiral/RJ com foco no esgotamento sanitário;
- Propor modelos de esgotamento pluvial e de esgotos sanitários que possam ser utilizados pelo município de Pinheiral de forma custo-efetiva;
- Propor um plano de ação baseado em técnicas de gestão da qualidade como o ciclo PDCA (*Plan, Do, Check, Action*).

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Esgotos Sanitários

Mesmo com avanços legislativos ainda falta muito para adequação do sistema sanitário, de acordo com pesquisa no IBGE de 2011, enquanto mais de 90% dos municípios brasileiros têm o serviço de abastecimento de água por rede de distribuição geral em todos os seus distritos, cerca de 40% dos municípios possuem rede coletora de esgoto em todos os distritos. Quando o assunto é tratamento, a abrangência é bem menor e este percentual não alcança 20% (IBGE, 2011).

De acordo com definição da norma brasileira da ABNT – NBR 9648:1986 O esgoto sanitário é o “[...] despejo líquido constituído de esgotos doméstico e industrial, água de infiltração e a contribuição pluvial parasitária”.

Em função de sua origem, os esgotos produzidos em uma cidade são de três tipos diferentes: esgotos domésticos, os efluentes gerados pelas indústrias e as águas de infiltração (LEME, 2014).

Os esgotos domésticos surgem através do uso de água em atividades antrópicas originadas em residências, comércios, banheiros ou qualquer outra instalação domiciliar onde geram efluentes. Já os efluentes industriais, são originados de acordo com os processos e matérias primas empregadas em sua produção, sendo essencial seu controle como dita a Logística Reversa na Política Nacional dos Resíduos Sólidos, que firma o compromisso que vai desde seu ciclo produtivo à destinação e tratamento dos resíduos e efluentes adequadamente tanto em estado sólido, líquido e gasoso.

Segundo Metcalf & Eddy, *apud* LEME (2014, p.30), a composição final do esgoto bruto sofre variação de acordo com diversos fatores, como costume da população e tipo de atividades, podendo variar sua vazão de acordo com local, horas, mês e estação. Deste modo sua concentração, a composição de um esgoto, pode conter entre 99,53 % a 99,87% de água e apenas 0,13% a 0,47 % de poluentes em sua composição. Sendo só esta pequena parcela a fonte de contaminação dos cursos d’água.

2.2 Sistemas de Esgotamento Sanitário

Em todo mundo se vê a inadequação das condições do sistema sanitário, o Brasil obteve um grande avanço com a aprovação da Lei federal do Saneamento Básico 11.445/2007 onde estabelece as diretrizes e uniformiza os serviços para obtenção e política do Saneamento Básico (BRASIL, 2007).

Grande parte da água destinada para abastecer residências retorna aos cursos hídricos em forma de águas residuais, popularmente conhecida como esgoto. Essa água é geralmente aplicada para uso em higiene, preparação de alimentos, serviços domésticos e para diversos fins tendo assim mudanças em sua característica natural devido ao contato com diversas substâncias contaminantes. Para remover tais substâncias é de extrema importância que essa água servida passe por um processo de tratamento antes de ser devolvida aos cursos hídricos evitando assim a contaminação e protegendo o meio ambiente (CESAN, 2013).

Segundo a Pesquisa Nacional de Saneamento – PNSB (2008), pouco mais da metade dos municípios brasileiros (55,2%) tinham serviço de esgotamento sanitário por rede coletora. Apesar de menos de 1/3 dos municípios brasileiros (28,5%) efetuar tratamento de esgoto, o volume tratado representava, em 2008, 68,8% do que era coletado (IBGE, 2008). Já de acordo com outra pesquisa realizada pelo IBGE em 2010 contendo dados sobre esgotamento sanitário, 55,45% das residências possuem rede coletora, sendo os outros 24,46% operam com apenas fossa séptica. Na zona urbana, 55% das habitações possuem rede coletora e 83,32% dispõe de banheiro exclusivo, já na zona rural o somatório de banheiros exclusivos e rede coletora somam apenas 0,44% e 10,02% respectivamente (SOUZA, SOUZA E ALVARES, 2014).

O sistema de esgotamento sanitário adequado se inicia através da instalação de tubulação hidráulica interna ligada às peças sanitárias (pias, tanques, ralos, vasos). Após a coleta deve-se realizar a destinação correta entre os efluentes domésticos e industriais ao tratamento até a destinação correta do mesmo.

2.3 Rede Coletora de Esgoto

A rede coletora de esgoto consiste em um sistema composto por pequenas tubulações das redes de esgoto predial (de residências, imóveis e comércio) que coletam as águas residuais e são ligadas a rede coletora por uma tubulação

denominada coletor - tronco que são tubulações encontradas nas ruas dos bairros que recebem esgotos predial (SABESP, 2017).

Em seguida os efluentes são destinados à tubulações de maior diâmetro denominadas de interceptores, definida de acordo com a ABNT- NBR 12207:1992 p.1, como a “[...] canalização cuja função precípua é receber e transportar o esgoto sanitário coletado, caracterizada pela defasagem das contribuições, da qual resulta o amortecimento das vazões máximas”. Segundo a Fundação Nacional de Saúde (2008) está localizada no centro dos vales, onde apresenta maior profundidade ou são conduzidos aos emissários, que são tubulações destinadas a encaminhar o efluente diretamente à uma estação de tratamento de esgoto (ETE), onde a água passa por diversas etapas para remoção de substâncias e descontaminação da mesma, obtendo uma água de boa qualidade podendo assim ser utilizada para outros fins não potáveis novamente, reduzindo impactos ambientais (SABESP, 2017).

Além dos elementos que compõem a rede coletora citados a cima, a rede coletora é constituída também por órgãos acessórios, que são elementos que compõem esse sistema em locais específicos, para reduzir o risco de bloqueio no começo da rede coletora, em curvas, modificação de curso de tubulação, mudança de diâmetro ou materiais, locais com fluxo abundante na tubulação e para facilitar o acesso a pessoas para executar atividades de revisão, conserto e higienização (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2008).

Um importante órgão acessório de uma rede coletora é o poço de visita (PV), de acordo com a NBR 9649:1986 é uma “[...] câmara visitável através de abertura existente em sua parte superior, destinada à execução de trabalhos de manutenção”.

Segundo Pereira e Soares (2006) a rede coletora é composta por outros tipos de órgão acessórios além do poço de visita, como o poço de inspeção (PI), terminal de limpeza (TL), caixa de passagem e caixa de inspeção ou de ligação. A NBR 9649:1986 determina os casos em que esses instrumentos devem ser utilizados.

A figura 3 demonstra a localização dos principais elementos constituintes de um sistema de rede coletora de efluentes.

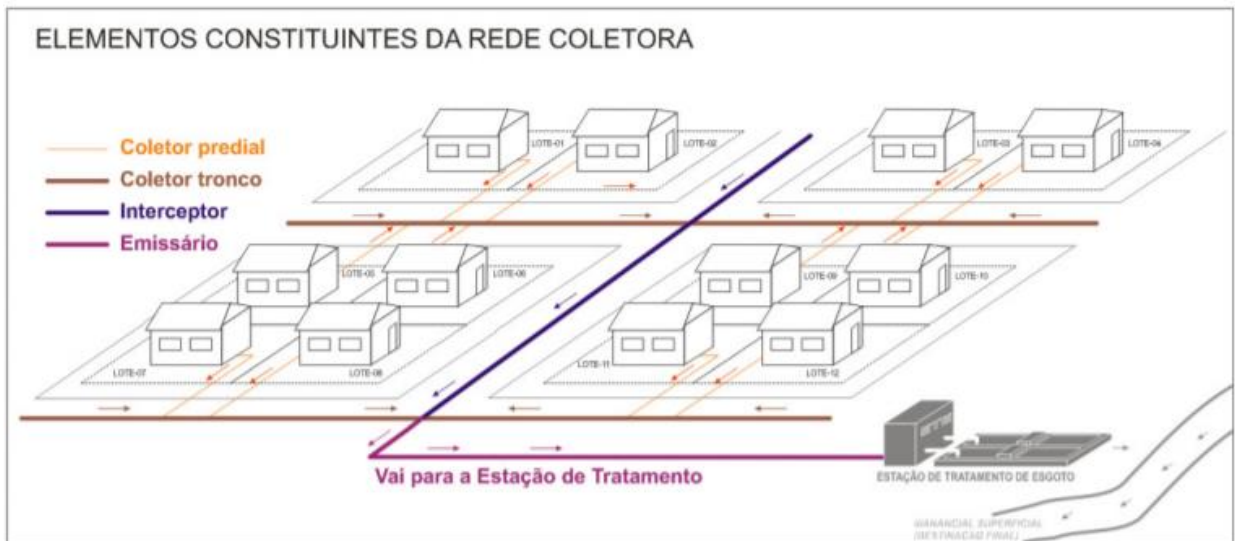


Figura 3 - Elementos constituintes da rede coletora
 Fonte: DIAS, (2009)

As águas utilizadas em cozinha de casas e restaurantes devem passar primeiramente por um processo de retenção de óleos utilizados no processo de preparo de alimentos através de uma caixa de gordura para fazer a separação entre a água e óleo. Pois os resíduos gordurosos além de contaminar a água ao passar nas tubulações se solidificam formando placas na parte interna das tubulações diminuindo o seu diâmetro prejudicando assim o fluxo dos efluentes e consequentemente os efluentes não conseguem chegar ao coletor tronco - normalmente podendo haver um retorno dos dejetos aos imóveis (CESAN, 2013).

De acordo com Além Sobrinho (1999), existem 3 tipos de sistemas de esgotos: o sistema de esgotamento unitário, é um sistema no qual une as águas servidas às águas pluviais e águas de infiltração. Sistema de esgotamento parcial, quando uma porcentagem da água de chuva escoar juntamente as águas residuais, e o separador absoluto que separa totalmente os efluentes.

Nessas circunstâncias o separador absoluto se torna o método mais utilizado em projetos de saneamento hoje em dia, por se tratar da coleta onde se tem a separação das águas residuais e das águas de infiltração (TSUTIYA, 1999). Neste método as águas pluviais coletadas pelas calhas e águas de infiltração das residências e comércio devem ser direcionadas à galeria de águas pluviais para que não tenha contato com águas residuais, e assim não contamine as águas pluviais que não necessitam serem encaminhadas as ETE, podendo ser lançada diretamente nos rios.

Em períodos chuvosos a vazão das águas pluviais é maior que das águas residuais, com isso em sistema unitário, que coleta juntamente o esgoto gerado no imóvel, águas superficiais e a água pluvial das calhas, o sistema pode não suportar a elevação da vazão do efluente e assim retornar as casas, danificar as tubulações, gerar maus odores e conseqüentemente, causar problemas à saúde dos moradores pelo contato direto com o efluente contaminado.

Ao se fazer a separação corretamente e utilizar um sistema separador dos efluentes não haverá esse contato, evitando problemas futuros e gastos com manutenções, conforme é mostrado na Figura 4 (SABESP, 2013).

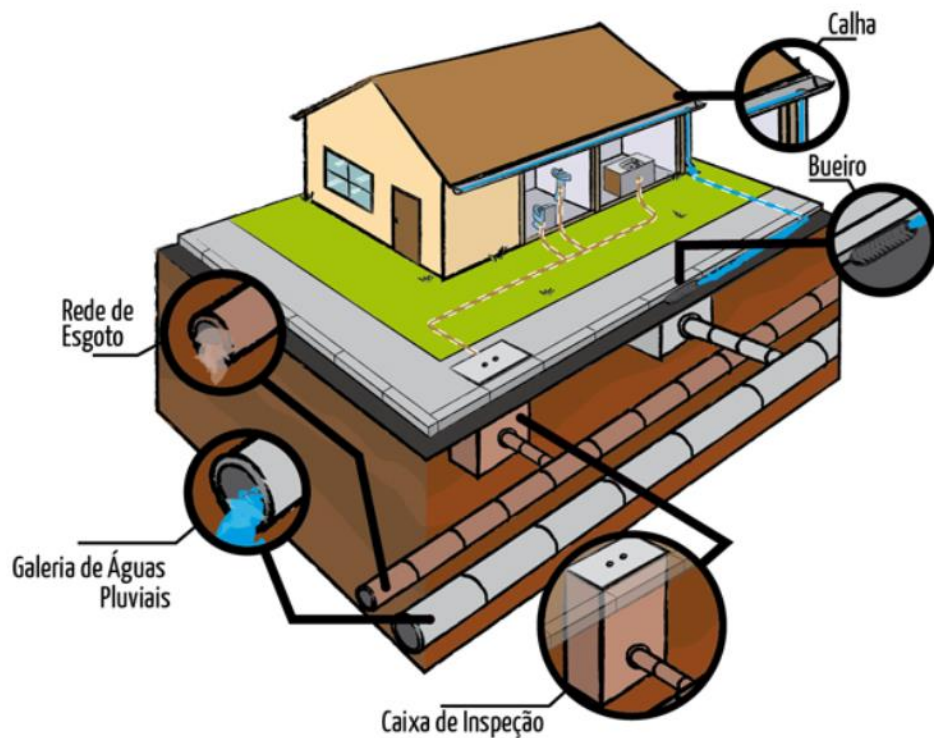


Figura 4 - Rede coletora de esgoto e redes pluviais
Fonte: SABESP, (2013).

A norma da Associação Brasileira de normas técnica (ABNT) também conhecida como NBR 8160:1999 p.1 é referente à sistemas prediais de esgoto sanitário que “ [...] estabelece as exigências e recomendações relativas ao projeto, execução, ensaio e manutenção dos sistemas prediais de esgoto sanitário, para atenderem às exigências mínimas”. Estão correlacionadas à sanidade, segurança e conforto dos utilizadores, visando a qualidade destes sistemas.

A NBR 9814:1987 p.1 é uma norma de execução de rede coletora de esgoto sanitário que tem como objetivo “[...] fixar as condições exigíveis para a construção de rede coletora de esgoto sanitário com tubos pré-fabricados, de seção circular”.

2.4 Traçado de rede coletora

O traçado da rede coletora está totalmente relacionado à topografia do município e aos grandes condutos chamados de coletor tronco que estão ligados aos interceptores. Os interceptores são localizados à margem do corpo hídrico para impedir a descarga direta dos efluentes no mesmo. A escolha do traçado da rede coletora depende das características do local a ser implantado e os tipos de tração estão descritos a seguir (MARTINELLI, 2011):

Perpendicular: É um tipo de traçado da rede coletora que está relativamente próximo a uma linha de maior profundidade no leito de um rio separado por uma distância, ou seja, perpendicular ao corpo hídrico, utilizando coletor tronco de pouca extensão.

Leque: é um tipo de traçado mais adequado a ser implantado em locais que possuem um terreno com superfícies irregulares, que apresentam relevos e depressões. Onde o coletor tronco se localiza na superfície mais baixa do terreno acidentado e são ligados a outros coletores.

Radial ou distrital: É um tipo de traçado utilizado em locais planos onde a superfície de menor relevo rebaixa o esgoto sanitário para ser encaminhado ao seu destino final.

A figura 5 ilustra os tipos de traçados citados anteriormente:

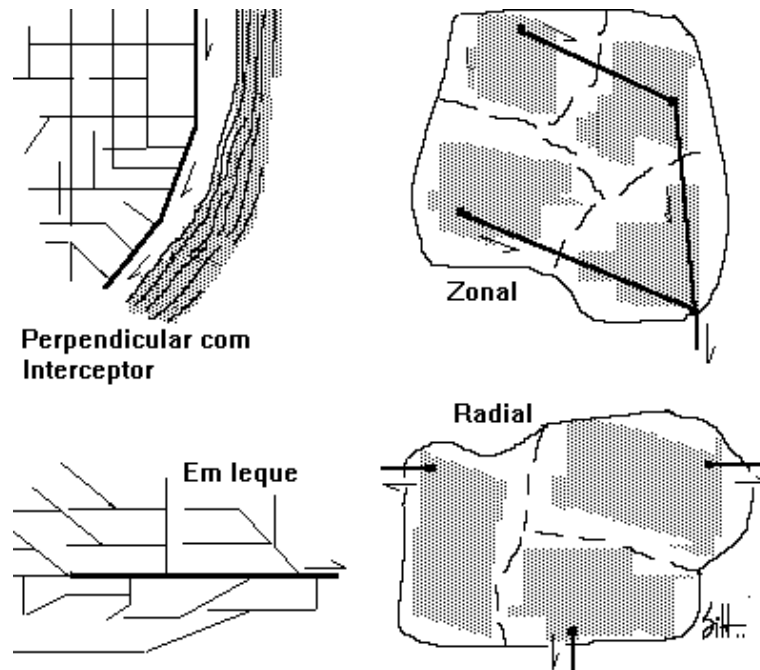


Figura 5 – Tipos de Traçado de rede coletora
Fonte: EMBASA, (2008)

2.5 Carta planialtimétrica do Município de Pinheiral

Uma carta planialtimétrica é uma representação da superfície topográfica, sendo um instrumento utilizado para identificação das características locais que colabora para o planejamento de um município, construção de imóveis, gasoduto obras de construção civil (BRANDALIZE, 2005).

A planialtimetria é obtida através de um levantamento topográfico que contém informações planimétricas e altimétricas que são transferidas para um mapa, planta, ou carta topográfica, utilizando escalas de (1:25.000, 1:50.000, 1:100.000 e 1:250.000 (ARAÚJO, 2014).

A NBR 13133:1994 p.1 é a norma da ABNT que tem como objetivo “fixa as condições exigíveis para a execução de levantamento topográfico [...]”.

Em um levantamento planimétrico, obtém-se dados referentes ao local através da interpretação das informações obtidas no terreno dos ângulos e distâncias para a determinação de posições específicas e formato desses locais, refere-se ao sentido no eixo da superfície horizontal, através das coordenadas X e Y. Já o levantamento altimétrico refere-se ao sentido vertical e a diferença de nível, elaborado através dos ângulos e distâncias a fim de estabelecer a forma do terreno, é feito baseado nas coordenadas Z relacionada às X e Y (ARAÚJO, 2014).

O município em questão “apresenta relevo ondulado com amplitudes maiores de 100 metros e declividades inferiores a 45% na porção Sul do seu território [...]” (CEIVAP, 2014, p.27).

A figura 6 demonstra como é o relevo do município:

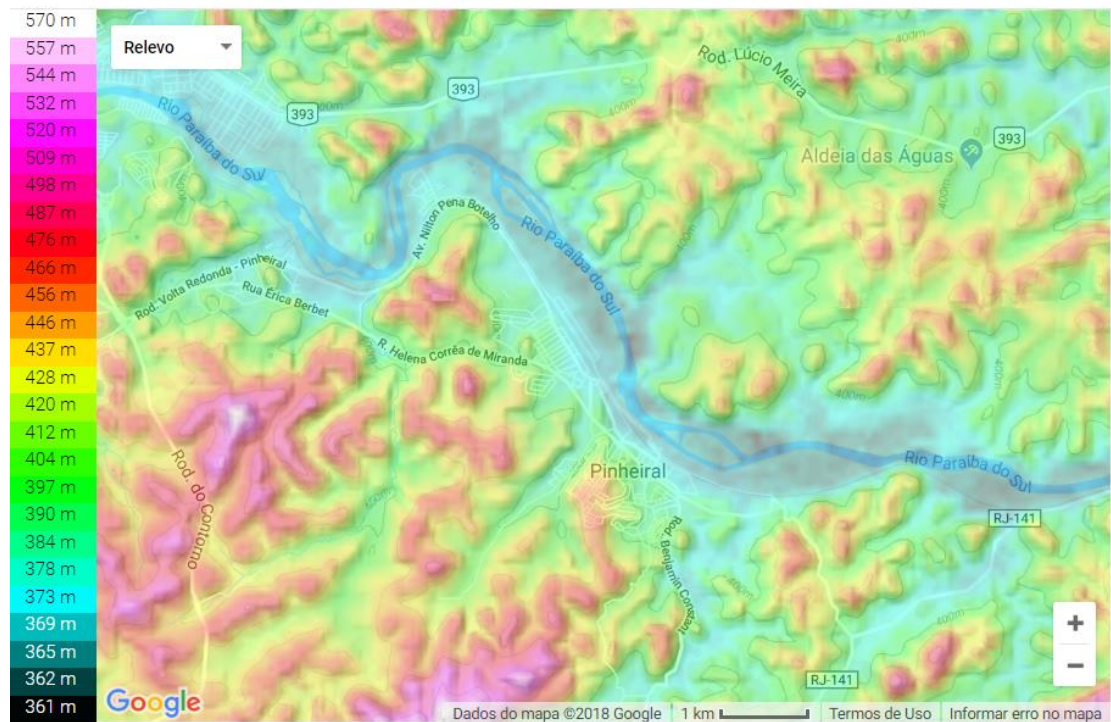


Figura 6 - Carta planialtimétrica do município de Pinheiral RJ
Fonte: GOOGLE WOLF, (2018)

2.6 Tipos de tratamento de efluentes

2.6.1 ETE – Estação de Tratamento de Esgoto (ETE)

Uma estação de tratamento de esgoto (ETE) é uma estrutura composta por diversas etapas necessárias para o tratamento e descontaminação de efluente líquidos, que passam por processos físicos, químicos e biológicos para remoção de carga poluidora, obtendo como produto final um efluente limpo, que atenda à legislação ambiental, podendo ser utilizado novamente para diversas atividades (CASAN, 2011).

O sistema de tratamento de esgotos é geralmente classificado em níveis de eficiência: preliminar, primário, secundário ou terciário. O tratamento preliminar se inicia através da remoção de sólidos grosseiros suspensos e areia. Para remover os sólidos suspensos de maior tamanho utiliza-se um sistema de gradeamento que não permite a passagem de troncos, galhos e outros materiais, em seguida é passado por

peneira para remover sólidos de menor diâmetro, impedindo que esses resíduos sólidos passem para outros processos do tratamento. A areia, argila e outros materiais inorgânicos são removidos após passar pela caixa de areia, onde retêm essas substâncias. Geralmente após esses processos esses resíduos sólidos são levados à aterros sanitários para sua disposição final (CAERN, 2014).

No tratamento primário se inicia o processo de remoção da carga poluidora através da sedimentação, onde é feita a separação da água e do material poluente através da “[...] ação física que promove a sedimentação das partículas em suspensão processos exclusivamente de, ou lagoas anaeróbias/reactores anaeróbios, que se utilizam das bactérias que proliferam em ambiente anaeróbio para a decomposição da matéria orgânica presente no esgoto” (MMA, 2009).

O tratamento secundário é destinado a remoção de matéria orgânica dissolvida e material orgânico em suspensão, caracterizado pela degradação da matéria através de fungos e bactérias que fazem a decomposição através de uma reação bioquímica (ICLIE, 2010). Já o tratamento terciário tem como objetivo a retirada de poluentes específicos, como compostos tóxicos ou não biodegradáveis; ou complementar a retirada de poluentes cuja remoção, no tratamento secundário, tenha sido insuficiente. (KARASEK, 2011). A figura 7 abaixo representa um fluxograma das etapas de um sistema de tratamento de efluentes de um sistema de lodo ativados convencional.

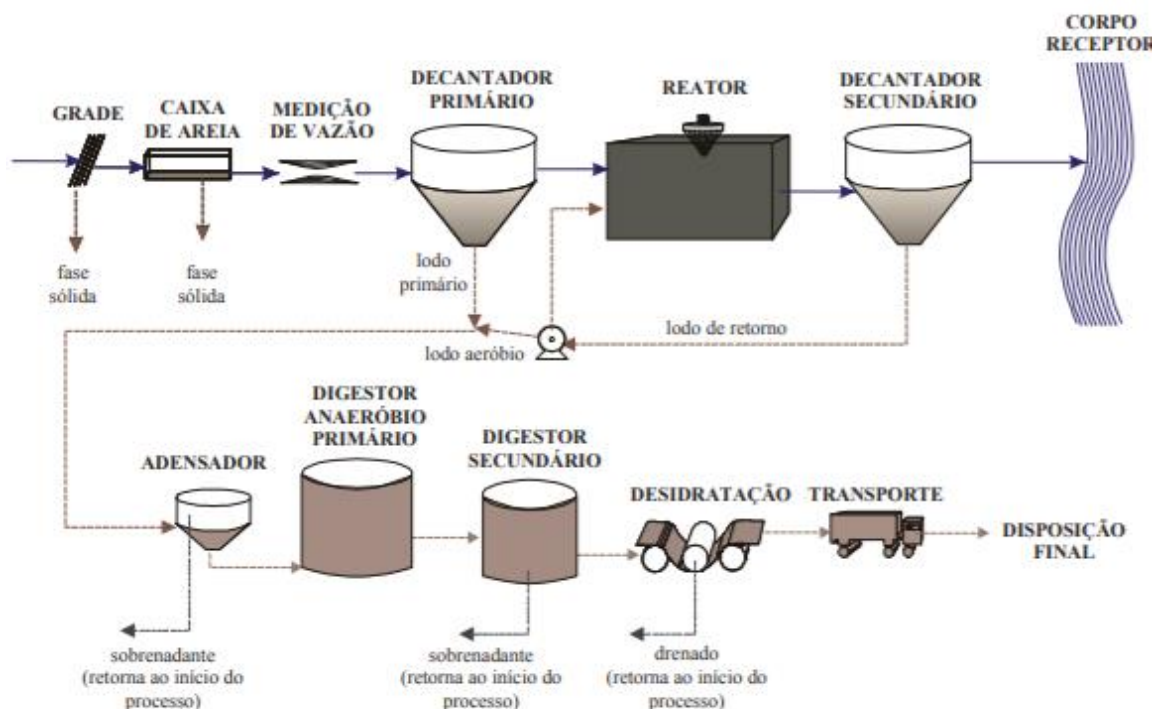


Figura 7: Fluxograma típico do sistema de lodos ativados convencional
Fonte: SPERLIN. (2005)

2.6.2 Fossa séptica

O sistema de tratamento da fossa séptica é utilizado desde 1870, sendo a sua primeira aparição na França. As fossas sépticas são muito usadas em áreas rurais ou conjuntos habitacionais onde não seja produzida muita quantidade de efluente, onde a carga orgânica depositada sedimenta e é depositada no fundo por um período determinado para que ocorra a estabilização (LEME, 2014). As bactérias anaeróbicas atuam na ausência de oxigênio na decomposição da matéria orgânica, seu tratamento é de nível primário, sendo uma estrutura rudimentar e simples que inclui tanto o tanque séptico como a estrutura do subsolo.

Em locais antropizados e áreas rurais povoadas, sistemas de fossas sépticas são eficientes e econômicas alternativas de tratamento de esgoto porém seu sistema tem grande potencial de poluir, principalmente lençóis freáticos e águas subterrâneas subjacentes.

A principal preocupação em muitos locais é que a densidade dos tanques sépticos é maior do que a capacidade natural do ambiente superficial para receber e purificar os efluentes do sistema antes de se moverem para a água subterrânea.

Também, outra questão a ser avaliada é a vida útil de muitos sistemas de tanques sépticos, que está na ordem de 10-15 anos. Devido à rápida taxa de colocação de fossa séptica a vida útil de muitos dos sistemas está sendo excedido e a contaminação da água subterrânea está começando a ocorrer.

A NBR 7229:1993 é a norma da ABNT que constitui os parâmetros para projeto, construção e operação das fossas sépticas além da disposição final adequada (NBR 7229:1993).

2.6.3 Lagoa aeróbia

As lagoas aeróbias surgiram a partir da necessidade de diminuir a área necessária para o tratamento. Ao fazer a aeração da lagoa, o oxigênio fomentado é introduzido artificialmente, onde a decomposição ocorre por meio de microrganismos aeróbios (NUVOLARI, 2011).

É caracterizada por estabilização da matéria orgânica sob condições aeróbias, sua profundidade é pequena e são usadas quando se deseja submeter um efluente de um processo secundário a um tratamento terciário (LEME, 2014).

Nas lagoas aeradas o processo de aeração é feito de forma a manter a biomassa distribuída homoganeamente em meio aquoso, com uma grande quantia de microrganismos, o que eleva a eficiência para remoção do DBO em um espaço menor que o utilizado em lagoas facultativas, nessa fase não acontece a sedimentação do lodo. Após o efluente passar pela lagoa de aeração, é necessário que siga para uma lagoa de decantação, devido a elevada quantia de sólidos presentes. Esse método utiliza bastante energia, aproximadamente 15 w/m^3 (GIORDANO, 2004).

2.6.4 Lagoa anaeróbia

São reatores biológicos modelados para receber altas cargas orgânicas por unidade de volume, isentas de oxigênio dissolvido e de atividade fotossintética, seu mecanismo é caracterizado por fermentação e respiração anaeróbica (VIEIRA NETO, 2012). Suas escavações são mais profundas, com profundidades variando na faixa de 3 a 5 metros, retendo esgoto durante 4 a 6 dias. Assim nestas circunstâncias promove a anaerobiose, reduzindo a área superficial e minimizando odores (ROSSI LÉO, 2008).

Possui uma boa eficácia na remoção da DBO, sendo a ocorrência desta redução após a formação de ácidos produzidos por microrganismos, sendo convertido em metano, gás carbônico e água por organismo metanogênicos (SILVA FILHO, 2007). Uma das vantagens das lagoas anaeróbias é a diminuição de área ocupada por uma série de lagoas de estabilização, tendo uma menor área em consequência da profundidade superior em comparação aos outros tipos de lagoas. Também possui vantagem por ter menor camada de lodo formada e grande eficácia na remoção de carga orgânica, tendo como risco o surgimento de odores, resultantes da digestão anaeróbia (ALVES, 2006).

2.6.5 Lagoa facultativa

Lagoas facultativas são tanques que tratam os efluentes na zona aeróbia, na camada superior como também na zona anaeróbia, na camada inferior, através da degradação por microrganismos aeróbios a anaeróbios (OLIVEIRA NETO; SANTOS, 2007).

Seu processo promove o tratamento de forma natural, ou seja, durante seu projeto e construção, procura-se possibilitar perfeitas condições para sobrevivência das duas espécies, os microrganismos aeróbios e anaeróbios (NUVOLARI, 2011).

De acordo com Serafim (2003) as lagoas facultativas têm profundidade entre 1 a 3 metros. O seu sistema alia condições anaeróbias e aeróbias. Esse sistema é composto por zonas, na faixa superior têm-se a zona aeróbia, onde a carga orgânica é oxidada por meio da circulação de ar e também por meio da fotossíntese realizada pelas algas, havendo uma troca entre o oxigênio consumido pelas bactérias aeróbias e a produção de gás carbônico (SERAFIM; *et al*, 2003).

Já nas zonas inferiores, onde a oxigenação é precária, em maior profundidade, há a presença de bactérias facultativas, que tem habilidade de degradar a carga orgânica em meio aeróbio e também anaeróbio. Ao final do processo o efluente tratado vai possuir melhores condições para descarte no corpo hídrico.

Nas lagoas aeradas facultativas utiliza-se menos energia no processo de aeração do que nas lagoas aeradas aeróbia, sendo aproximadamente 5 w/m³ o que contribui para menores gastos com energia (GIORDANO, 2004). Além de grandes requisitos das áreas, é apropriado locais onde o custo da terra seja barato e o clima favorável. A eficiência do sistema é alta equiparando com o de tratamentos secundários (SPERLING, 2005).

2.6.6 Reator UASB

Reator UASB consiste em um tanque em cuja parte superior é conectado a um decantador, um defletor dos gases formados. O despejo a ser tratado é colocado na parte inferior do reator e percorre um fluxo ascendente, sendo o descarte tratado realizado no topo do decantador (SOUZA; VIEIRA, 1986).

Estes sistemas anaeróbios vêm demonstrando grande aplicabilidade para qualquer população esgotada, com eficiência de remoção de DBO de mais de 70% e a um custo relativamente baixo. (ALEM SOBRINHO; JORDÃO, 2015).

Ocorre também a transformação da matéria orgânica em biogás, sendo o defletor o responsável pelo que o biogás seja coletado, desta forma pode separar a parte líquida aos sedimentos pelo fundo do reator. (SOUZA; VIEIRA, 1986).

Os benefícios do reator UASB comparados a outros tratamentos são a produção de biogás, baixo consumo energético, menor requisito de área, menor

produção de lodo que nos sistemas aeróbios e baixo custo de implantação e operação. (SPERLING, 1996; CAMPOS; 1990; *apud* PRADO E CAMPOS, 2008)

As objeções ao uso dos reatores UASB é o possível odor resultante dos processos anaeróbios, fato observado em áreas urbanas. Também deve-se tomar cuidado em relação à corrosão das estruturas de concreto (ALEM SOBRINHO; JORDÃO, 2015).

São diversas mitigações para atenuar tais problemas, como tratar o biogás ou utilizar o mesmo para geração de energia, podendo realizar uma cobertura nos reatores e também fazer uma proteção da estrutura de concreto.

2.7 Processos de tratamento de esgoto

A escolha do melhor processo de Tratamento de esgoto está diretamente ligada a categoria local, a carga orgânica que é gerada pela quantidade de pessoas nas residências e das indústrias, à área disponível para a sua implantação, nível de eficiência que se deseja atingir, custos associados à sua implantação e operação, e a utilização dos critérios descritos pela legislação onde se encontra as variações de carga orgânica para a escolha da melhor tecnologia adequada (MMA, 2009).

As legislações ambientais vão conceder padrões, normas e diversos parâmetros para o devido tratamento adequado para cada tipo de efluente, desde a classificação de sua origem (industrial e doméstico) como a classificação do corpo receptor para saber onde será despejado, conforme também define o padrão de lançamento e o do curso d'água receptor.

As etapas de tratamento vão garantir diversos graus de qualidade de acordo com a eficácia escolhida de tratamento, podendo variar de acordo com diversas fases, sendo estas: preliminar, primário, primário avançado, secundário, secundário avançado e terciário, como demonstrado na Tabela 1 referente à comparação da qualidade do efluente final.

Tabela 1: Comparação de parâmetros e eficiência em diferentes etapas de tratamento

Parâmetro	Esgoto bruto	Primário	Primário avançado	Secundário	Secundário avançado	Terciário
DBO (mg/l)						
Valor médio	205	143,5	102,5	16,4	6,2	4,1
Eficiência de remoção (%)	-	30%	50%	92%	97%	0,98%
SST (mg/l)						
Valor médio	21,6	107,5	64,5	17,2	6,5	4,3
Eficiência de remoção (%)	-	50%	70%	92%	97%	98%
N-NH₃ (mg/l)						
Valor médio	18	14,4	14,4	12,2	3,4	2
Eficiência de remoção (%)	-	20%	20%	32%	81%	89%
N total (mg/l)						
Valor médio	30	23,4	23,4	18,3	18,4	14,4
Eficiência de remoção (%)	-	22%	22%	39%	39%	52%
P total (mg/l)						
Valor médio	6	5,2	5,2	2,5	0,4	0,4
Eficiência de remoção (%)	-	13%	13%	58%	94%	94%
COT (mg/l)						
Valor médio	148,6	107,5	76,8	21,8	8,2	5,8
Eficiência de remoção (%)	-	28	48	85	94	96

Fonte: (Adptado de LEME, 2014, p. 76).

2.8 Importância do Tratamento do Esgoto

A Organização Mundial de Saúde (OMS) reconhece em 2010 que 1,7 bilhões de pessoas não têm condições adequadas básicas de saneamento. Grande parte de todas as doenças que se alastram nos países em desenvolvimento são provenientes da água de má qualidade. A água contaminada pode prejudicar a saúde das pessoas, nas seguintes situações: através da ingestão direta, na ingestão de alimentos, pelo seu uso na higiene pessoal e no lazer, na agricultura, na indústria.

Bilhões de pessoas no planeta não tem acesso a serviços básicos de saúde e habitação segura. No Brasil as doenças resultantes da falta ou inadequação do saneamento, especialmente em áreas pobres tem agravado o quadro epidemiológico. Males como cólera, dengue, esquistossomose e leptospirose são exemplos (BRASIL, 2006).

Os efluentes quando gerados trazem diversos compostos poluentes, e até dependendo da origem pode trazer toxicidade. Após sua geração são captados e

descartados em um corpo hídrico, por este motivo é essencial seu tratamento para que seja minimizado seus impactos nos corpos receptores que vão receber. (ALEM SOBRINHO, 1999).

O lançamento de efluentes *in natura* nos corpos receptores acarretam vários problemas sociais e ambientais. As substâncias que estão presentes nos esgotos provocam danos aos corpos d'água, a matéria orgânica provoca eutrofização por excesso de nutrientes principalmente de fósforo e nitrogênio que provoca o crescimento acelerado de algas conferindo aparência turva, odor na água. Efluentes industriais, sanitários, agrotóxicos, detergentes, dentre outros, podem acarretar a diminuição do oxigênio dissolvido (OD) pois vai aumentar a demanda por oxigênio pelos organismos e assim o consumo não irá suprir esta demanda, com isto vai acontecer a mortandade de peixes e diversos outros animais afetando o equilíbrio no habitat local (MARTINS, G. H.; MARTINS, S. F.; FERREIRA, 2016). A figura 8 a seguir ilustra como o processo de eutrofização acontece.

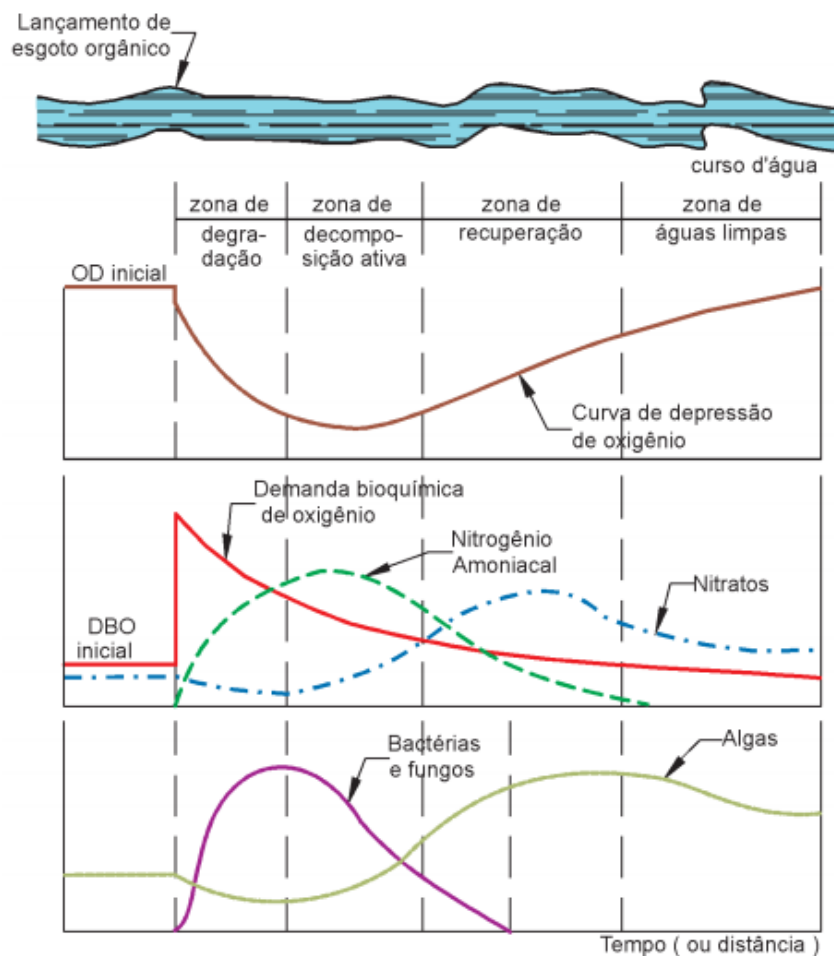


Figura 8 - Consequência do lançamento de carga orgânica em um curso d'água.
Fonte: adaptado de MOTA, (1995)

O tratamento serve justamente para proteger os ecossistemas, para que seu descarte no corpo d'água seja inofensivo e não afete o solo, os recursos hídricos, os aquíferos e toda fauna e flora que habita no local. Outro motivo para se tratar o esgoto é para prevenir supostas proliferações de agentes patogênicos, pois a falta de tratamento de esgoto atrai parasitas como moscas, baratas e diversas infecções que poderiam ser transmitidas com o contato do corpo d'água, precavendo as comunidades de doenças e epidemias que poderiam surgir pela disposição inadequada dos esgotos, como febre, hepatite, dengue e leptospirose. As crianças e idosos sempre são mais expostos a doenças pois a sua condição pode agravar o quadro dos sintomas, por isso é vital que através do tratamento se tenha uma disposição correta dos esgotos.

O investimento no tratamento de efluentes, pode significar um grande salto para o desenvolvimento em termos de adoção da infraestrutura requerida para proteger o meio ambiente e melhorar a qualidade de vida da população, assim como propiciar novas oportunidades de negócios. Assim, a coleta, o tratamento e a disposição ambientalmente adequada de efluentes são fundamentais para a melhoria do quadro de saúde da população e pré-requisito para busca da sustentabilidade (PIMENTA *et al*, 2002).

2.9 Ciclo PDCA (*Plan, Do, Check e Action*)

O método PDCA é uma ferramenta de gestão utilizada para auxiliar a tomada de decisões das atividades nas etapas do processo a serem executados por uma organização. É um método que visa solucionar problemas existentes e obter a melhoria contínua dos processos, de forma a alcançar melhores resultados (VIEIRA FILHO, 2010). O ciclo PDCA é composto por quatro etapas, Planejamento (P - *Plan*), Execução (D - *Do*), Verificação (C - *Check*) e Atuação Corretiva (A - *Action*), são descritas no quadro 1.

Quadro 1: Etapas do ciclo PDCA

Plan (planejar)	É a fase inicial que deve ser feita para estabelecer a metas do que se pretende nos processos do projeto para ser feito um planejamento, porém para isto deve ser feita uma análise do problema e identificação das causas. Nesta fase são definidas as ações e estratégias que dever ser realizadas, e o método a ser utilizado visando atender aos objetivos do projeto.
Do (execução)	É a fase onde as atividades descritas no planejamento serão executadas, nesta etapa será treinada a organização e haverá um acompanhamento para que as tarefas sejam executadas de acordo com o plano de ação definido no planejamento.
Check (verificação)	É a fase do ciclo responsável por verificar através de uma avaliação se as ações e os requisitos contidos no planejamento foram executados na fase anterior de acordo com o que foi planejado e é elaborado um relatório.
Action (Atuação Corretiva)	É a fase onde se verifica através do relatório a necessidade de uma ação corretiva visando sempre a melhoria contínua e identifica a necessidade de refazer o plano de ação diante dos problemas apontados.

Fonte: Adaptado de COSTA, (2007, p. 266)

A figura 9 demonstra todas as etapas do ciclo PDCA, indicando as fases contidas em cada etapa:

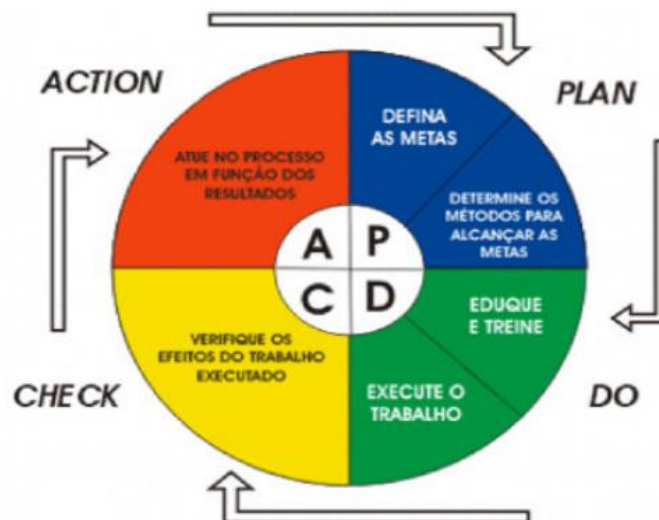


Figura 9 - Etapas do ciclo PDCA
Fonte: ALENCAR, (2008)

2.10 Diagnósticos e Planos de Ação como ferramenta estratégica de gestão

Segundo Marshall Junior (2015) a elaboração de um diagnóstico e de um consequente plano de ação são características de uma gestão moderna e comprometida com mudanças baseadas em fatos e dados. O enfoque nesse caso deve determinar ameaças e oportunidades que possam colaborar para o sucesso de uma determinada organização, seja ela governamental ou de iniciativa privada.

A realização da fase de diagnóstico de problemas, conforme ressaltam Martins, G.H.; Martins, S.F.; e Ferreira (2016), é muito importante pois oferece a oportunidade de se verificar uma situação atual e se identificar pontos que precisam ser melhorados ou até mesmo suprimidos. Os autores ainda sugerem que um diagnóstico bem realizado pode se tornar a base de uma gestão de excelência na medida que o mesmo se basear em ferramentas como o ciclo PDCA e diagramas de causa e efeito. Tudo isso contribui para melhorias de desempenho de gestão, além de gerar oportunidades de planejamento para situações envolvendo a construção de um futuro pretendido. A figura 10, mostra um esquema ressaltando a importância do diagnóstico e do plano de ação para a obtenção de um cenário futuro de sucesso em um determinado tema.

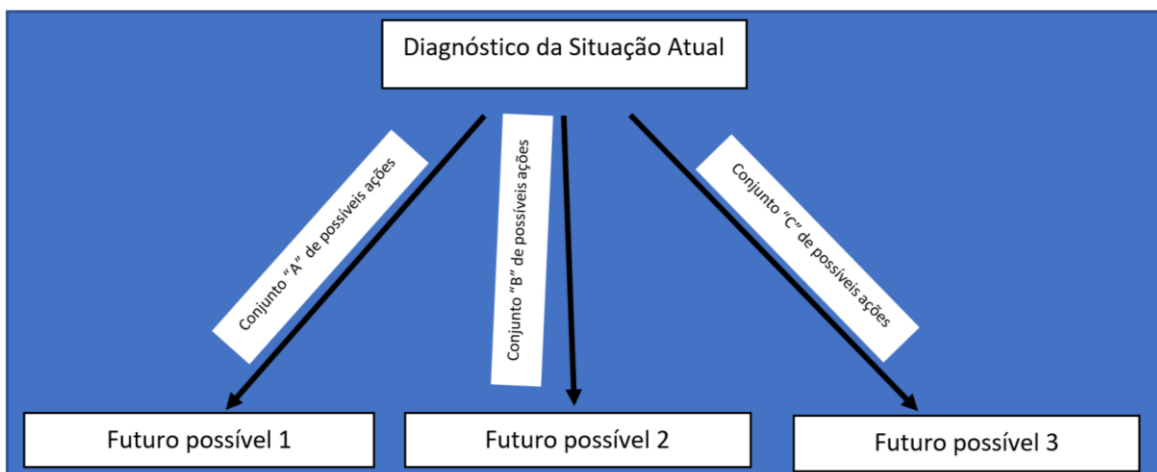


Figura 10 - Importância do diagnóstico e do plano de ação para a obtenção de um cenário futuro de sucesso em um determinado tema.

Fonte: Adaptado de RODRIGUES, (2016)

Martins, G.H.; Martins, S. F.; e Ferreira, (2016) indicam ainda que no processo de diagnóstico e elaboração de plano de ação devem ser identificadas de forma clara, as variáveis para que se possa realizar análises estratégicas de variáveis externas

(políticas, sociais, econômicas e tecnológicas), variáveis internas (recursos humanos, materiais, financeiros e tecnológicos), ambiente externo (ameaças e oportunidades) e ambiente interno (vulnerabilidades e potencialidades).

Os autores destacam ainda que tal procedimento tende a alcançar escolhas conscientes, opções factíveis e visualização de ações a serem tomadas, além de seus benefícios e custos envolvidos.

O quadro 2 mostra um resumo dessas análises estratégicas.

Quadro 2: Análises estratégicas de alta performance (Adaptado de TIDD e BESSANT, 2015).

DIAGNÓSTICO ESTRATÉGICO		Análise do Ambiente Interno	
		Predominância de Vulnerabilidades	Predominância de Potencialidades
Análise do Ambiente Externo	Predominância de Ameaças	Sobrevivência: <ul style="list-style-type: none"> ➤ Redução de custos ➤ Aumento de capital político 	Manutenção: <ul style="list-style-type: none"> ➤ Estabilidade ➤ Ocupação do nicho ➤ Especialização
	Predominância de Oportunidades	Crescimento: <ul style="list-style-type: none"> ➤ Inovação ➤ Abrangência ➤ Captação de recursos 	Desenvolvimento: <ul style="list-style-type: none"> ➤ Habilidades e competências

Fonte: Adaptado de TIDD e BESSANT, (2015)

3 METODOLOGIA

A abordagem metodológica adotada se inicia com o pedido de autorização à administração do município de Pinheiral/RJ para a coleta e utilização de informações no presente trabalho, além da solicitação de permissão para divulgação ampla dos resultados obtidos no mesmo. Quanto a classificação metodológica, o projeto em questão, consolida-se como pesquisa qualitativa - quantitativa, de cunho exploratório e aporta os procedimentos de pesquisa bibliográfica e estudo de caso em sua estruturação.

O fluxograma demonstrado na figura 11, apresenta as etapas metodologias executadas para a elaboração e desenvolvimento deste projeto.

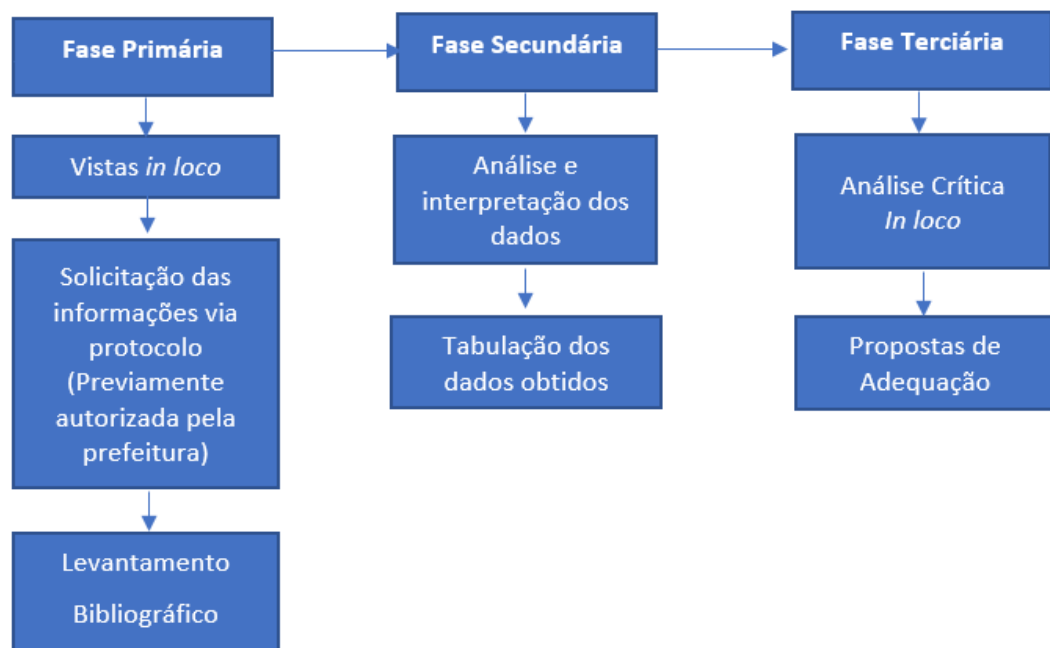


Figura 11 - Fluxograma das etapas metodológicas do projeto
Fonte: AUTOR

3.1 Processo de Aquisição de Dados Primários

Para tal, foi realizado um levantamento de informações de dados cadastrais de domínio público do Município de Pinheiral/RJ a respeito do sistema de esgotamento sanitário do município, contendo questões sobre as atividades possivelmente poluidoras, crescimento demográfico, verificação de despejo de efluentes e outros

dados, visando oportunizar a elaboração de diagnóstico técnico a respeito do assunto (Apêndice 1).

Ao longo do levantamento citado anteriormente, aspectos quantitativos e qualitativos foram verificados de modo a possibilitar um melhor entendimento do problema e conseqüentemente apontar a melhor alternativa de solução.

Ressalta-se que os aspectos quantitativos, segundo Martins, G.H.; Martins, S. F. e Ferreira (2016), são aqueles que se relaciona geração de efluentes quanto a sua contribuição em termos de carga poluidora, vazão volumétrica de águas residuais domésticas e efluentes industriais.

Os mesmos autores ressaltam que o aspecto qualitativo tem a finalidade de investigar atividades realizadas, sendo que, no caso do município de Pinheiral, a abordagem passa a ser sobre sua possibilidade de tratamento de efluentes, sendo que na hipótese de ser possível, verificar qual grau de eficácia atinge e para onde são despejados todos os efluentes.

3.2 Análise e Tabulação dos Dados

A fim de investigar o lançamento das bacias de esgotamento do município, utilizou-se como instrumento de coleta um formulário semiestruturado correlacionando as bacias de esgotamento com o ponto de lançamento. O intuito desta etapa foi identificar o potencial poluidor, tendo em vista a existência ou não de tratamento a montante do ponto de lançamento.

Do levantamento obtêm-se então um diagnóstico da situação atual para análise crítica do mesmo, como a verificação de dados básicos, tais como, existência de plantas hidráulicas sanitárias, investigação de existência de redes coletoras, cadastramento industrial e diversos outros dados que se refere ao sistema de esgotamento sanitário presente no município.

3.3 Proposta para o Planejamento do Esgotamento do Município

Com base nas informações obtidas por meio itens 3.1 e 3.2 foi proposto neste projeto a roteirização dos elementos a serem considerados no planejamento para sistema de esgotamento sanitário do município em questão.

Identificadas as limitações quanto a quantidade e qualidade de informações, o diagnóstico – dada a realidade do município de Pinheiral/RJ – serviu como base para elaboração de um plano de ação dentro dos conceitos PDCA na etapa de planejamento. Tal abordagem, segue para a indicação de sistemas de adequação de redes coletoras, de possíveis sistemas de tratamento de efluentes e disposição adequada do mesmo em conformidade com legislações vigentes (TIDD; BESSANT, 2015).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir do levantamento de dados foram obtidas as seguintes informações contidas nos tópicos em ordem cronológica a seguir:

4.1 Processo de aquisição de dados primários

De acordo a prefeitura municipal de Pinheiral (2018) e dados do IBGE (2017), obtivemos os seguintes dados:

População: 24.282 habitantes;

Densidade demográfica: 296,86 H/Km²;

Área: 76,530 Km²;

Para um município como Pinheiral onde encontra-se construções, de alto, médio e baixo padrão, além de ocupações. Cada situação precisa ser avaliada para calcular as cargas poluidoras de cada setor do município. Por isso, para fazer os cálculos seria necessário levantar tais informações esquadrinhando Pinheiral. Essas cargas dos setores, inclusive, definem as diferentes tecnologias de tratamento a serem adotadas.

A equação 1 demonstra uma estimativa da carga orgânica total para o território urbano do município de Pinheiral, porém deve ser levado em consideração as observações descritas anteriormente.

$$\text{Carga Orgânica Total} = \text{número de habitantes} \times \text{carga orgânica unitária} \quad [1]$$

$$\text{Carga Orgânica Total} = 24.282 \text{ hab.} \times 50 \text{ g DBO/dia} =$$

$$\boxed{\text{Carga Orgânica Total} = 1.214.100 \text{ g DBO/dia}}$$

Tendo como carga poluidora o valor de acordo com a Tabela 2 contida na DZ – 215 R-4. Onde estão estabelecidos os valores referentes a vazão per capta de contribuições de esgoto de acordo com o tipo da residência.

Tabela 2 - Vazão per capita de água e contribuição per capita de esgoto em função do padrão da residência.

PADRÃO	VAZÃO PER CAPITA DE ÁGUA (litro/dia)	CONTRIBUIÇÃO PER CAPITA DE ESGOTO (litro/dia)	CONTRIBUIÇÃO UNITÁRIA DE ESGOTO (g DBO/dia)	CONTRIBUIÇÃO UNITÁRIA DE ESGOTO (mg/L de DBO)
ALTO	300	250	60	240
MÉDIO Região Metropolitana	250	200	54	270
MÉDIO interior	200	160	50	310
BAIXO conjuntos habitacionais	150	120	45	375
BAIXO ocupação desordenada	120	100	40	400

Fonte: DZ – 215. R-4 (2007)

Para realizar o cálculo estimativo referente a vazão de esgoto doméstico médio (Q), deve ser levado em consideração o coeficiente de retorno $C = 0,80$ que deve ser adotado em locais que não possuem dados concretos de acordo com a Norma Técnica da Sabesp NTS 025 (2006). Devido ao fato de o município não possuir registro com relação a quota per capita de água inicial (q_i), o valor definido pelo SNIS (2012) corresponde a 181,2 L/hab. dia (*appud*, CEIVAP, 2014). Porém a DZ 215. R-4 indica um valor médio de 200 L/hab. dia, sendo este valor escolhido para os cálculos.

Tendo uma população (P) de 24.282 habitantes (IBGE, 2017). O cálculo estimativo é demonstrado na equação 2 a seguir:

$$Q_d = \frac{P_i \cdot q_i \cdot C}{86400} \text{ (L/s) [2]}$$

$$Q_d = \frac{24.282 \cdot 200 \text{ L/hab.dia} \cdot 0,80}{86400}$$

$$Q \text{ doméstica inicial} = 44,97 \text{ L/s}$$

Quanto as vazões dos efluentes industriais, devido à ausência de registros por parte do município, não foi possível calcular.

Através de questionamentos realizados à Prefeitura Municipal de Pinheiral, foi diagnosticado que a prefeitura não possui plantas hidráulicas referentes a rede coletora existente no município e que sua rede é principalmente mista, aproximadamente 70% demonstrado na Figura 12 a seguir, sendo seus efluentes descartados juntos com águas pluviais. A rede coletora não possui cadastro e nem registro de suas unidades dados como idade, diâmetro e nem plantas que indique seu percurso (CEIVAP, 2014).

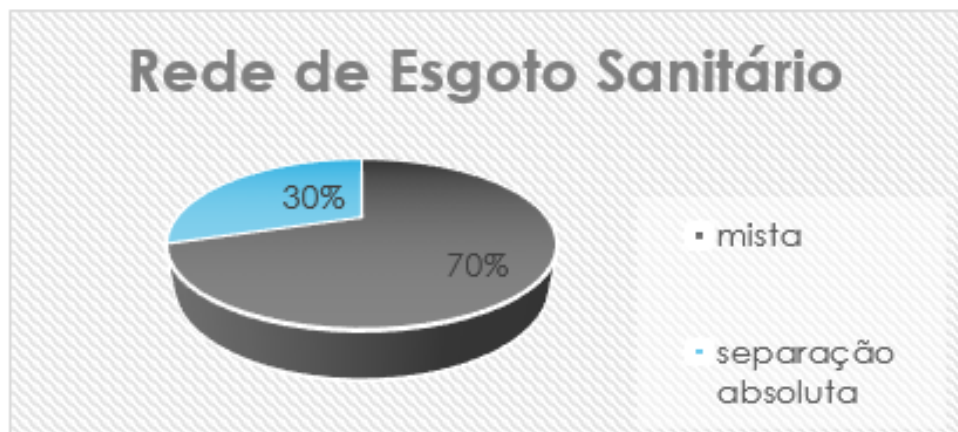


Figura 12 – Gráfico do sistema de rede coletora do município de Pinheiral
Fonte: adaptado de CEIVAP, (2014).

4.1.1 Tratamento de efluentes

Verificou-se que o município possui tratamento primário para atividades industriais *in situ*, porém sua eficácia não é analisada periodicamente. O local não possui estação de tratamento de efluentes e não dispõe de dados que remetem projeto futuro de instalação, sendo em raras situações, a presença de fossas sépticas e sumidouros nas residências.

4.2 Identificação de dados

Em virtude da falta de tratamento, o esgoto do Município é lançado *in natura* em cursos d'água próximos aos locais em que são gerados. Foram verificados que os pontos de lançamento de esgoto ocorrem nos seguintes bairros: Palmeiras e Rolamão, cujo esgoto é lançado, *in natura*, no Córrego Rolamão; Bairro Três Poços,

no córrego Três Poços; Bairros Vale do Sol e Cafundó, no Córrego Vale do Sol; e, o restante, no Rio Paraíba do Sul (CEIVAP, 2014).

A partir do levantamento de dados realizados segue-se a confecção de um plano de ação cujos objetivos estão alinhados com conceitos de estruturação sanitária de cidades conforme sugere Barbosa (2016).

Em tal processo de estruturação, Barbosa (2016) afirma que os serviços públicos urbanos são classificados em dois grupos:

- Aqueles que objetivam, a salvaguarda da saúde pública; e
- Aqueles que significam benefícios para toda a população de modo permanente.

No caso de esgotamento sanitário, Pimenta *et al* (2002) ressalta ser necessário que, para garantir a observância dos dois grupos citados anteriormente, é fundamental se garantir um perfeito escoamento dos esgotos e sua total separação de águas pluviais ou mesmo, de efluentes industriais e de outras origens.

Sendo assim o método utilizados contempla o conceito de separação absoluta desses efluentes líquidos com a indicação de número adequado de redes independentes em todo o território do município, utilizando coleta integral de esgotos e permitindo lançamento de águas pluviais em corpos d'água próximos a cada micro bacia do município. Os esgotos, entretanto, segundo o método adotado por Alem Sobrinho (1999) sofrem indicação de encaminhamento a sistemas de tratamento setorizados visando menores custos e transtornos à população em geral do município de Pinheiral/RJ.

O serviço de esgotamento sanitário envolve várias etapas no processo, sendo elas descritas em ordem cronológica, rede coletora, transporte, tratamento e disposição final adequada.

4.3 Proposta de elementos para o planejamento do esgotamento do município

4.3.1 Traçado de rede coletora de esgoto sanitário

O traçado de redes a ser adotado pelo município, deve levar em consideração as áreas mais planas onde está localizado, o centro municipal de Pinheiral e o relevo ondulado, que possui na região sul de sua área, apresenta amplitudes superiores a 100 metros e declividades abaixo de 45% (CEIVAP, 2014, p.27). Com relação ao

relevo existente, conclui-se que suas condições favorecem a coleta de esgotos por gravidade, já que é formado basicamente por colinas suaves, intermediadas por vales planos, por onde escoam os rios [...]” (CEIVAP, 2014, p.28). O traçado de rede deve ser feito, respeitando curvas de nível e conservando equidistância de faixas de proteção marginal de corpos d’água sempre que os mesmos apresentam convergência. Entretanto segundo Diniz et al (2016), deve levar em consideração a quantidade de esgotos a ser conduzida.

Após decidir o traçado que permite o afastamento e transporte das águas residuais é necessário decidir o tipo de traçado das redes coletoras que serão ligadas ao coletor tronco para a coleta do efluente.

Para o município de Pinheiral o traçado das redes coletoras indicado é o traçado de rede simples, analisando o melhor custo benefício para o município. Pois esse tipo de traçado consiste em uma única tubulação posicionada na seção transversal da via pública que atende aos dois lados da rua (MARTINELLI, 2011).

4.3.2 Profundidade da rede coletora

A determinação dos limites de profundidade será de acordo com a NBR 9.649:1986, sendo a profundidade mínima de 0,90 m nas vias de tráfego intenso e de 0,65m para as calçadas, tendo como profundidade máxima de 2,0 a 2,5 em calçadas e de 3,0 a 4,0 em vias de tráfego intenso. “Estes limites são importantes para a proteção das tubulações quanto as cargas externas na superfície do terreno” (MARTINELLI, 2011). Outros fatores também influenciam na escolha da profundidade, como o tipo de solo e o nível do lençol freático, por isso deve ser feito um estudo preliminar do local para a escolha da profundidade.

Caso haja a necessidade de se fazer um aprofundamento da rede deve ser feito uma análise para avaliar se está em conformidade e um cálculo para avaliar o custo da operação considerando a profundidade mínima comparando com a porcentagem de atendimento da seguinte forma, após o cálculo da profundidade deve-se multiplicar com a porcentagem de atendimento e com o acréscimo de custo.

De acordo com a NTS 025:2006 – Rev. 01, o cálculo da profundidade necessária para o coletor atender a determinadas soleiras negativas deve ser feito da seguinte forma:

$$P = h + (i \times d) + s$$

[3], onde:

P = profundidade da geratriz inferior interna;

h = 1,0m, em casos normais; este valor pode ser menor, dependendo das necessidades locais;

i = 2% - declividade do ramal predial (excepcionalmente = 1%);

d = distância até o coletor (m);

s = desnível entre o piso da bacia sanitária mais desfavorável a esgotar e o greide da rua (m).

A figura 13 a seguir demonstra a profundidade de tubulações em vias de tráfego intenso:

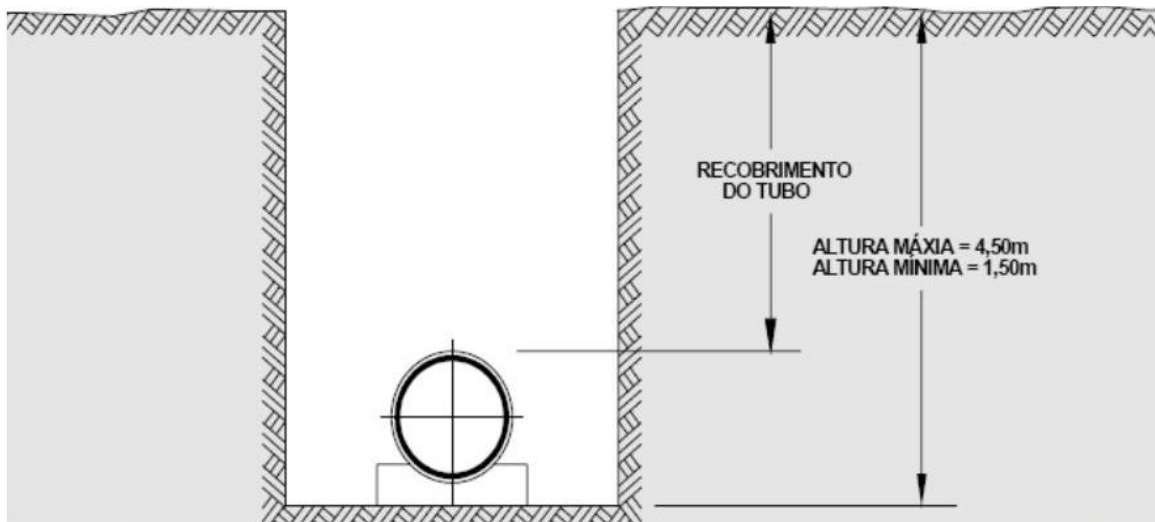


Figura 13 – Recomendação para profundidade da rede coletora
Fonte: Notas de aula Profª Gersina N.R.C. Junior, (2018)

4.3.3 Parâmetros limites e valores de projeto

Dentre os parâmetros e valores de projeto podemos citar a população e o coeficiente de retorno. A população é um dos principais parâmetros, pois o sistema de esgotamento deve ser dimensionado de forma a atender a população atual, visando o crescimento populacional, para ter capacidade de atender a população futura evitando problemas posteriores. O cálculo das estimativas populacionais é feito a partir da população no ano determinado e dos fatores que definem a variação da

diferença entre o número de nascimentos e de óbitos, e a diferença entre imigração e emigração denominada de saldo migratório (FEE, 2013).

O método utilizado para definir os parâmetros é o método dos componentes demográficos que parte da equação 4, representada por:

$$P_{t+n} = P_t + N_{t,t+n} - O_{t,t+n} + I_{t,t+n} - E_{t,t+n} \quad [4], \text{ Onde:}$$

P_{t+n} = a população no ano t+n

P_t = população no ano t;

$N_{t,t+n}$ = o número de nascimentos ocorridos no período t,t+n;

$O_{t,t+n}$ = o número de óbitos ocorridos no período t,t+n;

$I_{t,t+n}$ = o número de imigrantes no período t,t+n;

$E_{t,t+n}$ = o número de emigrantes no período t,t+n.

O coeficiente de retorno é um parâmetro definido pela NBR 9.649:1986 como “A relação média entre os volumes de esgoto produzido e de água efetivamente consumida”.

O valor da água que consumimos não é o mesmo valor esgotado, pois parcelas dessa quantia consumida se perde por processos naturais, pela evaporação, infiltração e uso em atividades onde se tem o escoamento superficial.

O valor do coeficiente de retorno recomendado pela NBR 9.649:1986 é de $C=0,80$, ou seja, 80% do valor de água consumida será esgotado. Porém deve levar em consideração as características do local e feito um estudo da área.

Outro fator importante é o dimensionamento das áreas de ocupação homogênea pois o planejamento deve ser feito de acordo com densidades populacionais, considerando o crescimento populacional de forma a atender a todos. (MARTINELLI, 2011).

4.3.4 Materiais das tubulações de esgoto

Segundo Tsutiya e Alem Sobrinho (2011) os principais fatores que devem ser levados em consideração para a escolha do material a ser utilizado são a resistência a cargas externas, resistência à abrasão e ao ataque químico, facilidade de transporte,

disponibilidade de diâmetros necessários, custo do material, custo do transporte e, custo do assentamento.

O material mais indicado para as tubulações da rede coletora e ligações prediais é o Policloreto de Vinila (PVC) para transportar esgoto sanitário e efluente de indústrias, devido a sua alta resistência, ao baixo custo e por suportar a corrosão causada por substâncias químicas, não podendo ultrapassar a temperatura de 40°C (TSUTIYA; ALEM SOBRINHO, 2011). Dentre outras vantagens para a utilização do PVC podemos citar o fácil manuseio para a instalação por serem leves, lisos, longos e flexíveis. São completamente estanque, o que reduz a manutenção, as ligações dos coletores prediais e são mais simples e de fácil instalação podendo ser utilizada mão de obra local (PASSETO, 1972).

Para sistemas da rede de recalque o indicado é o Polietileno de alta densidade (PEAD), pois é mais resistente à alta pressão e impacto, não sofre muito com o intemperismo, é resistente a corrosão causada por substâncias químicas, possui uma maior flexibilidade, baixa rugosidade, menor número de juntas, de fácil manuseio e instalação (TSUTIYA; ALÉM SOBRINHO, 2011). As figuras 14 e 15 ilustram as tubulações citadas acima:



Figura 14 - Tubos e conexões de PVC
Fonte: IBDA, (2018)



Figura 15 - Tubulação PEAD
Fonte: APUAN, (2018)

4.3.5 Quantidade a esgotar

A quantidade a esgotar é calculada por partes, baseada na quantidade de esgoto gerado no município através de atividades domésticas, irrigação, indústria, comércio, uso para serviços públicos e águas de infiltração (que se introduz nos condutos por defeitos nas tubulações), pelo tipo de tubulação, nível do lençol freático, tipo de solo e outros fatores. A quantidade de esgoto gerado por atividades domésticas

possui uma grande variação em determinados horários ao longo do dia, segundo (LEME, 2014) “apresentando uma variação horária com dois picos, que ocorre entre 10 e 12 horas e outra observada entre 18 e 20 horas”.

Para uso industrial, pode haver uma variação da porção a esgotar ao longo do dia de trabalho, dependendo da atividade executada, do porte, do processo industrial utilizado, e algumas indústrias optam por fazer o tratamento para reuso das águas residuais (PUPPI, 1981).

Para determinação da quantidade a esgotar os cálculos são feitos utilizando o parâmetro conhecido como vazão de esgotos em (L/hab.).

O escoamento da quantidade a esgotar é variável com relação a vazão horária, diária e mensal e influenciado por diversos fatores. De acordo com a NBR 9.649:1986. Essas variações são representadas pelo coeficiente de retorno é determinado através de:

(k1) coeficiente de maior demanda diária – corresponde a relação entre o maior consumo diário ocorrido em um ano e a vazão diária média do mesmo ano. O seu valor determinado pela norma é de 1,2;

(k2) coeficiente de maior demanda horária – corresponde a relação entre o maior consumo horário ocorrido em um dia e a vazão horária média do mesmo dia. O seu valor determinado pela norma é de 1,5;

(k3) coeficiente horário de demanda mínima – corresponde a relação entre a mínima demanda horária ocorrida em um ano e a vazão horária média do mesmo ano. O seu valor determinado pela norma é de 0,5.

4.3.6 Vazão de Início e fim de plano

A vazão de esgoto sanitário abrange as seguintes equações para cálculo da vazão inicial e final de acordo com a Norma Técnica da SABESP (NTS 025, 2006).

A equação 5 é utilizada para o cálculo da vazão inicial:

$$Q_i = Q_{d,i} + Q_{inf} + Q_c$$

[5], Onde:

Q_i = Vazão de esgoto sanitário inicial (L/s);

$Q_{d,i}$ = vazão de esgoto doméstico de início de plano (L/s);

Q_{inf} = vazão de água de infiltração (L/s);

Q_c = vazão de contribuição concentrada (L/s).

Para o cálculo da contribuição de esgotos domésticos inicial (Q_{di}), que representa a vazão de esgoto sanitário gerado pela população utiliza-se a equação 6:

$$Q \text{ doméstica inicial} = \frac{P_i \cdot q_i \cdot C \cdot k_2}{86400}$$

[6], Onde:

Q_{di} = Vazão de esgoto doméstico inicial;

P_i = População início de plano contribuinte (hab.);

q_i = Quota per capita de água inicial (L/hab.dia);

C = Coeficiente de retorno

Para calcular a vazão de esgoto sanitário final utiliza-se a equação 7:

$$Q_f = Q_{d,f} + Q_{inf} + Q_c$$

[7], Onde:

Q_f = Vazão de esgoto sanitário final (L/s);

$Q_{d,f}$ = vazão de esgoto doméstico de final de plano (L/s);

Q_{inf} = vazão de água de infiltração (L/s);

Q_c = vazão de contribuição concentrada (L/s).

Para determinação da quantidade a esgotar o cálculo é feito utilizando a fórmula da vazão doméstica final, como é mostrado na equação 8.

$$Q \text{ doméstica inicial} = \frac{P_i \cdot q_i \cdot C \cdot k_1 \cdot K_2}{86400}$$

[8], Onde:

Q_e = a vazão máxima das águas residuárias, em m³/s;

$K_1 \cdot K_2$ = coeficiente de reforço fixado entre 1,2 e 1,5;

q = a quota média por habitante;

P = é a população a ser atendida.

C = coeficiente de retorno fixado em 0,8.

4.3.7 Declividade mínima e econômica

A escolha da declividade mínima está diretamente relacionada a autolimpeza dos condutos, economia no investimento e a profundidade das instalações.

A declividade mínima proporciona o transporte dos sedimentos e promove assim a autolimpeza das tubulações por arrastar os sedimentos com os efluentes, sendo necessário que se faça um aprofundamento.

Já a declividade econômica evita aprofundar as tubulações utilizando apenas a profundidade determinada no projeto. Para determinar a declividade é necessário que se faça um estudo local primeiro (MARTINELLI, 2011).

4.3.8 Tensão trativa

A tensão trativa, também denominada como tensão de arraste é a força tangencial realizada pelo componente tangencial do peso do fluido na área da parede da tubulação responsável por coletar e transportar partículas (SANTOS *et al*, 2005).

De acordo com a NBR 9649:1986 o cálculo da tensão trativa é feito utilizando a equação 9 a seguir:

$$\sigma_t = \gamma \times RH \times IO$$

[9], Onde:

σ = tensão trativa (Pa);

γ = peso específico da água = 9800 N/m³;

RH = raio hidráulico (m);

IO = declividade do conduto (m/m)

- Recomendação por norma: valor mínimo de $\sigma=1,0$ Pa (garante o arraste de partículas de até 1,0 mm de diâmetro)

4.3.9 Dimensionamento da rede

O dimensionamento da rede, inicia com a solicitação da planta topográfica de todo o município, incluindo as áreas que abrangem a expansão urbana. A partir da planta é possível retirar os dados necessários para calcular em escala as metragens para as tubulações em trechos das vias. O tipo de sistema de esgotamento sanitário

indicado para o município é o separador absoluto. Dentre os diversos fatores que influenciam no dimensionamento podemos citar a vazão por habitante por dia, a quantidade a esgotar, a profundidade e área em questão (PUPPI, 1981).

- **O presente trabalho não tem a intenção de esgotar e definir detalhes relacionados a aspectos construtivos, para isto deve-se fazer uma adequação contidos na NBR 9649/1986, para enquadramento dos padrões de limites e valores de parâmetros em comparativo com a legislação vigente.**

4.4 Alternativas de tratamento de efluentes

Foi observado no diagnóstico que o município de Pinheiral possui atividades industriais e seus efluentes industriais são tratados nos locais que foram gerados. O município também possui efluentes hospitalares com alta periculosidade originados do Hospital Municipal de Pinheiral Aurelino Goncalves sendo recolhidos pela empresa Servioeste, que faz a destinação final com processo de autoclavagem e incineração.

A definição da escolha de tratamento tem a finalidade de diminuir suas cargas poluidoras e tóxicas para que possa ser devolvido ao corpo hídrico receptor. São várias legislações e decretos que demonstram sua importância e a necessidade de seguir padrões definidos para manutenção do equilíbrio e não haver contaminação nos cursos d'água.

O tipo de tratamento a ser projetado em Pinheiral, vai variar de acordo com o topografia da cidade e do tipo de eficácia que necessita-se alcançar, além de diversos outros fatores como área necessária, custo requerido, etc. Porém nota-se que é preciso alcançar o nível de remoção de DBO de pelo menos 60% de acordo com a Resolução CONAMA nº 430/2011.

A eficiência de remoção dos poluentes, contaminantes e agentes patogênicos pelos diversos tipos de tratamento varia de acordo com o método, o tipo de tratamento e necessidade pretendida (LEME, 2014). Através das diversas opções de tratamento, a eficiência pretendida interfere na escolha, como por meio da remoção de DBO, como demonstrado na Tabela 3.

Tabela 3: Eficiência de diversos sistemas de tratamento de esgoto.

Sistemas de Tratamento de Esgoto Sanitário	Eficiência de remoção (%) DBO
Fossas Sépticas	35 a 60
Fossas Sépticas seguidas de Filtro Anaeróbio	75 a 85
Reatores Anaeróbios de Fluxo Ascendente – UASB	55 a 75
Lodo Ativado Convencional	75 a 95
Lodo Ativado Aeração Prolongada	93 a 98
Reator UASB seguido de Reatores Biológicos	75 a 97
Lagoa Facultativa seguida de Lagoa de Estabilização	75 a 90
Lagoa Aerada seguida de Lagoa de Decantação	70 a 90
Lagoa Anaeróbia seguida de Lagoa Facultativa	70 a 90

Fonte: Adaptado de SOBRINHO, (1999); SPERLING e JORDÃO, (2005)

Como pode-se notar na tabela mostrada anteriormente a porcentagem de remoção de DBO da fossa séptica não garante uma remoção de DBO eficiente, por isto quando se trata em obter uma melhor eficiência, é preciso investir em fossas sépticas seguidas de filtro anaeróbio, porém esse tipo de tratamento deve ser utilizado somente em áreas rurais afastadas. Também há a uma boa garantia de eficiência na remoção de poluentes o Reator UASB, Sistemas de lodo ativado, além de lagoas de estabilização (Facultativa, Anaeróbia e Aeróbia).

Outro fator que vai influenciar na escolha do tratamento são os custos respectivos que a prefeitura têm que dispor para sua aplicação, demonstrado pelo Quadro 3, onde demonstra um comparativo entre os custos respectivos dos diversos tipos de tratamento de efluentes e a área requerida para sua instalação.

Quadro 3: Análise dos custos e áreas requeridas

Tipo de tratamento	Custo (R\$/hab)	Taxa máxima de remoção de DBO	Área de ocupação máxima (m ² /hab)	Fonte	Custo (R\$)	Área requerida (m ²)
A) Lagoa facultativa*	66,90	85%	5,0	1	1.416.219,00	105.846
B) Lagoa anaerobia *	55,75	90%	3,5	1	1.180.183,00	74.092
C) Lagoa aerada *	55,75	90%	0,5	1	1.180.183,00	10.584
D) Lodo ativado +Reação	176,81	96%	0,25	2	3.742.926,00	5.292
E) Filtros biológicos	267,60	93%	0,7	3	5.664.878,00	14.818
F) Reator UASB	40,00	84%	0,10	3	846.768,00	2.116

Fonte: SPERLING, 1996; AISSE e ALEM SOBRINHO, 1999; TEIXEIRA et al., 2009; appud, MARIN, 2014.

O custo é calculado através de diversas variantes, como tipo de tratamento, área necessária para implantação, quantidade de energia requerida além da taxa de remoção que se pretende chegar. Como verifica no quadro, os tipos de tratamento mais econômicos são o Reator UASB seguido de lagoas de estabilização, porém deve-se atentar a outros fatores como local a ser implementado, eficiência e consumo energético. O reator UASB apesar de ser econômico e necessitar de uma área menor para implementação é falho na remoção de nitrogênio e fósforo, característico de efluentes domésticos. Já as lagoas de estabilização apesar de ter um custo relativamente bom necessita de uma grande área para construção, entretanto no que se refere a eficácia o sistema de lodo ativado tem uma melhor eficiência porém necessita de grande consumo de energia para sua operação. Conclui-se que mesmo com diversas variantes de custos e eficiência a prefeitura deve fazer um estudo minucioso de vantagens e desvantagens de cada sistema e comparar com a legislação vigente, sendo as principais a DZ 215, Revisão 4 e CONAMA nº 430, 2011.

O tipo de tratamento de efluentes deve ser dimensionado para tratar todos os efluentes brutos de aproximadamente 20.000 habitantes. Para que possa ser escolhido o local a ser projetado, é preciso que contrate profissionais para realizar um levantamento topográfico para determinar o nível do lençol freático, declividade dos taludes, entre outras, para que, por meio deste instrumento conhecer o relevo e qual a direção da expansão urbana para determinar para que seu percursos e impactos sejam minimizados no local.

Após a escolha deve se comunicar ao órgão ambiental responsável para a autorização de implementação e operação da licença a ser concedida, como Pinheiral está localizado na região médio paraíba o órgão ambiental responsável seria a Superintendência Regional do Médio Paraíba do Sul (SUPMEP) da Região Hidrográfica III, com sede em Volta Redonda (INEA, 2018).

4.4.1 Enquadramento de Legislações

O Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB) é um instrumento exigido no Capítulo II da Lei nº 11.445/2007. Essa lei define, ainda, o exercício de titularidade pelo município, conforme seu art. 8º, ao definir que os órgãos municipais são responsáveis por provir saneamento básico, dentre eles os sistemas de esgotamento

sanitário, o que demonstra que mesmo sendo uma lei federal é obrigação ser implementada municipalmente (BRASIL, 2007).

A definição dos parâmetros e critérios para o lançamento de efluentes, visando à minimização dos impactos ambientais desta atividade, é estabelecida por leis e resoluções. Sendo determinados em diversas esferas, como federal, estadual e municipal, o município de Pinheiral não possui legislação municipal referente e se utiliza de orientações federais e estaduais.

De acordo com a Constituição Federal de 1988, artigo 23, dita, que é “competência dos municípios proteger o meio ambiente promovendo saneamento básico”. O que reafirma a importância de se planejar um sistema de saneamento adequado. Na esfera federal existem diversos parâmetros que regulamentam diretrizes para padronizar seus descartes, como a Resolução nº 357/2005 que “dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências” (CONAMA 357/2005). Há também a complementação e alteração da resolução nº 357/2005, demonstrada na Resolução nº430/2011, que também compõe condições e padrões de lançamentos de efluentes líquidos, além de enquadrar os cursos d’água de acordo com suas características e finalidades, como demonstrado na tabela 4.

Tabela 4: Padrões de lançamentos de efluentes líquidos nos corpos receptores

Parâmetro	Limite máximo permitido	Parâmetro	Limite máximo permitido
Óleos e graxas	≤ 20,0 mg/L	Estanho total	4,0 mg/L
Arsênio total	0,5 mg/L	Ferro dissolvido	15,0 mg/L
Bário total	5,0 mg/L	Fluoreto total	10,0 mg/L
Boro total	5,0 mg/L	Manganês dissolvido	1,0 mg/L
Cádmio total	0,2 mg/L	Mercúrio total	0,01 mg/L
Chumbo total	1,0 mg/L	Níquel total	2,0 mg/L
Cianeto total	1,0 mg/L	Nitrogênio amoniacal total	20,0 mg/L
Cianeto livre	0,2 mg/L	Prata total	0,1 mg/L
Cobre dissolvido	1,0 mg/L	Selênio total	0,30 mg/L
Cromo hexavalente	0,1 mg/L	Sulfeto	1,0 mg/L
Cromo trivalente	1,0 mg/L	Zinco total	5,0 mg/L

Fonte: Adaptado de CONAMA nº 430, (2011)

Já no campo estadual, possui diversas legislações que se referem ao controle de poluição dos corpos hídricos, sendo uma delas, a DZ 215, Revisão 4 de 2007, correlacionando tecnologias de eficiência de sistemas com parâmetros de remoção. (DZ 215.R-4, 2007). Também possui critérios e padrões para lançamentos de efluentes líquidos estaduais pelo INEA a NT 202, Revisão 10, tendo considerações sobre corpo receptor, vazão de curso d'água, lançamentos individualizados e mistura, redução de toxicidade, entre outros (NT 202.R-10, 1986).

No que se trata a tratamento e controle de carga orgânica e padrões de toxicidade de efluentes de origem industrial, é citado a NT-213, Revisão 4 de 1990 e a DZ 205, Revisão 6 de 2007, todas se referem a legislações estaduais (NT 213.R-4, 1990; DZ 205.R-6, 2007).

Na fase de planejamento de um município é extremamente importante que se cumpra a legislação ambiental vigente, pois é necessário que se faça um requerimento da licença ambiental, licença prévia (LP), licença de instalação (LI) e licença de operação (LO), dentre outras licenças e satisfazer o estudo de impacto ambiental de uma atividade potencialmente poluidora, seguido de um relatório de impacto ambiental. A seguir estão descritas as definições das licenças citadas de acordo com a resolução CONAMA Nº 237:1997:

Licença prévia (LP) – É um instrumento utilizado na fase preliminar do licenciamento onde viabiliza e execução de determinada atividade quanto a sua localização e determina quais são os requisitos que devem ser atendidos para a demais fases do licenciamento;

Licença de instalação (LI) – É a licença que permite dar início a instalação de uma atividade ou empreendimento se estiver se acordo com o que foi estabelecido na licença prévia, inclui técnicas de controle ambiental e restrições;

Licença de operação (LO) – Permite dar início a operação de uma atividade ou empreendimento, se os requisitos estabelecidos na licença prévia e licença de instalação forem cumpridos, com técnicas de controle e restrições operacionais.

No art. 9º da Resolução Conama 237:1997 diz que “[...] o Conama definirá quando necessário, licenças ambientais específicas, observadas a natureza, características e peculiaridades da atividade ou empreendimento”.

Estudo de Impactos ambientais (EIA) – É um estudo referente as atividades e empreendimento que possuem um potencial poluidor.

É necessário que se cumpra o rito que está previsto na resolução Conama 001/86 em um termo de referência eventual, que o órgão ambiental licenciador venha a solicitar para que todas as intervenções sejam devidamente e previamente licenciadas pelo órgão ambiental e assim todas as obras e todas as modificações sejam feitas rigorosamente de acordo com a legislação ambiental. A obra do sistema de esgotamento sanitário para o município de Pinheiral, é uma obra que vai trazer benefícios para a população, mas que se eventualmente não for feita dentro das balizas definidas pelo órgão ambiental licenciador, pode se transformar em um grande problema, uma atividade de relevante impacto ambiental.

Além disto o INEA, é o órgão responsável no estado do Rio de Janeiro, por emitir as licenças ambientais, deve-se fazer o requerimento no website, levantando os documentos necessários para a licença respectiva, e levantando as tramitações legais dos processos de licenciamento ambiental a eles vinculados.

4.4.2 Alternativas da disposição final do lodo

O lodo é um resíduo gerado nas fases de tratamento de efluentes, podendo variar de acordo com a atividade e o processo. Este lodo necessita ser removido e tratado para posterior disposição final em aterros e áreas agrícolas. Seu tratamento é feito por meio de redução de volume ou adensamento, redução do teor de matéria orgânica e desidratação final (LEME, 2014).

Dispõe inúmeras possibilidades para seu tratamento e descarte adequado, sendo as mais utilizadas digestão anaeróbia com disposição final em aterros sanitários próprios, além de outras alternativas, dentre elas, compostagem, lagoas de armazenagem, incineração ou reciclagem agrícola (ANDREOLLI *et al*, 1998).

A compostagem ocorre através de microrganismos sem presença de oxigênio que degradam a matéria orgânica, para decomposição do mesmo. No aterro sanitário o lodo é descartado em células e recoberto com terra para evitar agentes patogênicos, odores. A ausência de oxigênio leva à biodegradação anaeróbia degradando a matéria orgânica e produzindo metano, este metano pode ser captado através de biodigestores para transformação deste gás em opção de geração energética.

A reciclagem tem a vantagem de acarretar o encerramento do ciclo, promovendo o retorno de nutrientes no solo, além de aliar custo baixo e pouco impacto no meio ambiente, entretanto para auxiliar na decisão a análise do custo demonstrada

na tabela 5 demonstra um comparativo dos principais custos de disposição final do lodo.

ALTERNATIVA DE DISPOSIÇÃO FINAL	CUSTO (US\$/t)
Oceânica	12 a 50
Aterros Sanitários	20 a 60
Incineração	55 a 250
Reciclagem Agrícola	20 a 125

Tabela 5 - Comparação entre o custo de disposição final do lodo
 Fonte: Carvalho and Barral, (1981); *apud*, Andreoli *et al*, (1998)

A tabela 5 equipara custos com alternativas de disposição do lodo, porém ainda deve-se fazer uma avaliação apurada, entre os custos relacionados das principais alternativas, para que a escolha alie o melhor benefício para o perfil do município e dispor o resíduo corretamente, e assim, promover um equilíbrio no local impactando menos no meio ambiente.

4.5 Disposição final adequada dos efluentes

A importância da disposição adequada foi abordada em diversos tópicos neste projeto. O município possui 23 bairros, sua população é dimensionada em aproximadamente 25 000 habitantes, devido a carência de tratamento no local, este projeto ira abordar elementos para planejamento de um sistema de tratamento de esgoto, porém enquanto não houver este dimensionamento os imóveis devem possuir sistema alternativos de tratamentos de esgotos individuais como fossas sépticas e sumidouros.

O curso d'água com maior disponibilidade hídrica no município é o Rio Paraíba do Sul, o qual apresenta vazão de estiagem de cerca de 190 m³ /s, alcançando em média 270 m³ /s ao longo do ano (CEIVAP, 2014). Por sua relevante vazão, o corpo hídrico tem uma maior capacidade de autodepuração, pois como tem um fluxo de água corrente maior, sua recuperação é maior do que cursos d'água com vazões menores, por isto nota-se que, seria ideal que todos efluentes sejam despejados neste corpo hídrico, depois de tratamento adequado. O trecho do Município de Pinheiral, se encaixa em corpo hídrico de classe 2, de acordo com a Resolução CONAMA nº 357/2005 o que confirma a necessidade de tratamento convencional antes do despejo de efluentes.

Dados coletados recentemente demonstram que o Rio Paraíba do Sul vem sendo constantemente degradado por descartes incorretos de efluentes com altas cargas poluidoras, como examinado pelo INEA, mostrado no quadro 4 a seguir, o monitoramento realizado da carga poluidora próximo ao município realizado em 2012 (CEIVAP, 2014).

Quadro 4: Dados de qualidade do Rio Paraíba do Sul

Dados da Qualidade da Água do Rio Paraíba do Sul Amostra de Água recolhida na Superfície Estação PS421						Resultados Aceitos de Acordo com a CONAMA 357
Ponto de Coleta	Parâmetro	Unid.	Data	Hora	Valor	
PS 421 22°28'40"S 044°03'45"W	DBO	(mg/L)	18/01/2012	09:42	2,0	≤ 5 mg/L
	OD	(mg/L)	18/01/2012	09:42	6,4	≥ 5 mg/L
	Coliformes termotolerantes	(NMP mil/100ml)	14/03/2012	09:00	54000	<2500/100ml

Fonte: CEIVAP, (2014)

Apesar dos valores de DBO e OD não estarem fora do padrão, este monitoramento foi realizado em 2012 e desde então diversas outras atividades foram implementadas no município. De acordo com o Plano de Saneamento Básico de Pinheiral, o município hoje conta com cerca de 517 empresas, desenvolvendo atividades decorrentes de construção, industriais, e comerciais, promovendo crescentes resíduos líquidos a cada ano, e assim, maiores impactos.

Os afluentes principais do Paraíba do Sul são Córregos Rolamão, Córrego Três Poços e Córrego Vale do Sol. Todos foram diagnosticados como pontes de lançamento de efluentes como também no Paraíba do Sul. Os locais onde há descarte há a presença de bastante matéria orgânica, além da proliferação de agentes patogênicos e odores.

De acordo com Vallenge, 2013 são 5 bacias principais localizadas no município, como demonstrado na Figura 16, que demonstra a articulação das bacias na área urbana do município de Pinheiral.

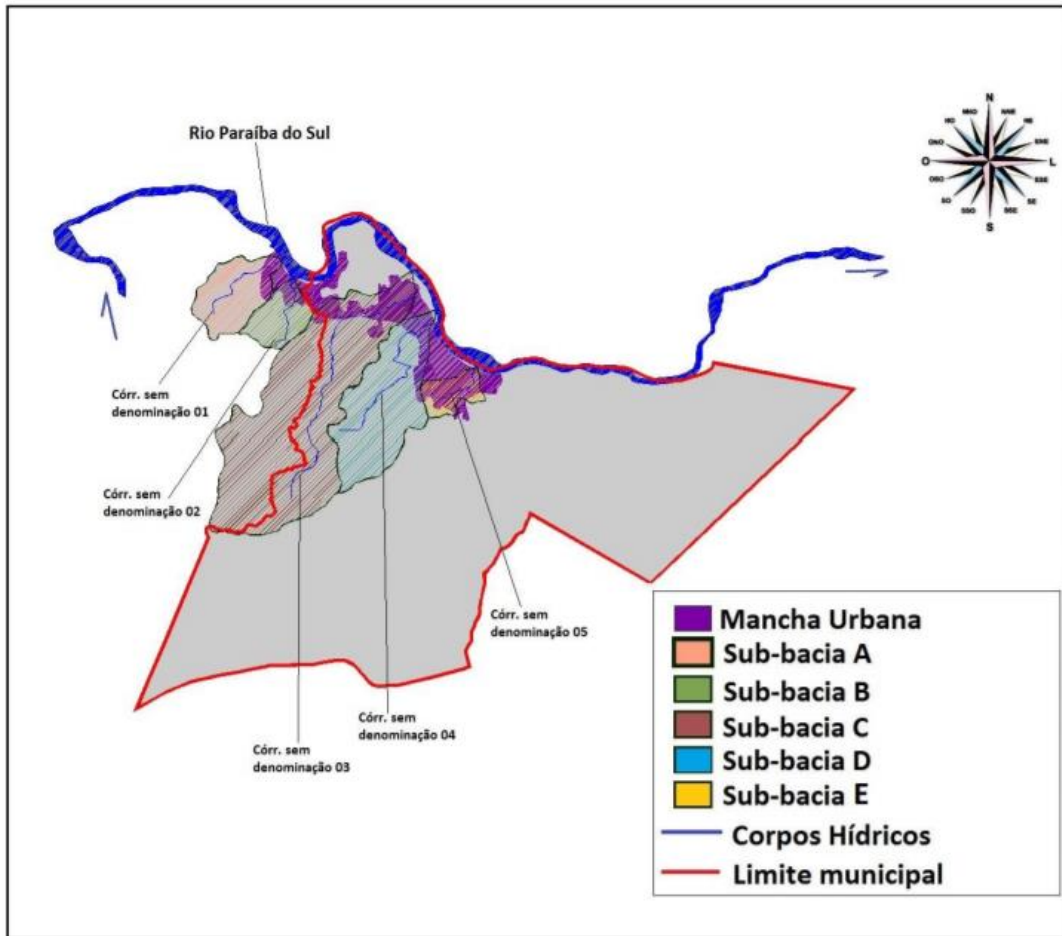


Figura 16 - Articulação das sub-bacias da área urbana do Município de Pinheiral
 Fonte: VALLENGE, (2013) apud CEIVAP, (2014)

Por este motivo, se faz necessário realizar primeiramente um tratamento adequado antes do descarte dos efluentes, todos efluentes gerados em todas atividades devem ser tratados, sendo primordial que a Prefeitura coloque em prática a implementação de um sistema de tratamento de efluentes o quanto antes, além da conscientização da comunidade para que não haja descarte clandestinamente de efluentes nos cursos d'água sem tratamento.

Observa-se que o lançamento de efluentes nos corpos receptores deve estar de acordo com parâmetros legais já definidos por legislações que tratam do assunto. Considerando sua importância, devem se realizar coletas de amostras para analisar se os parâmetros estão dentro do limite máximo permitido, e assim, para que não gerem impactos significativos e controlem a eficiência dos processos de tratamento. Desta forma, o tratamento de efluentes a ser implantado em Pinheiral vai transformar o efluente bruto em tratado para que suas características estejam adequadas ao corpo hídrico receptor.

4.6 Ciclo PDCA

Como foi elucidado nos itens anteriores, o trabalho teve a finalidade de propor elementos para a fase inicial de planejamento, porém deve-se completar o ciclo PDCA, de acordo com outras etapas seguintes. A figura 17 demonstra de maneira superficial quais são os requisitos para cada fase do ciclo PDCA, de acordo com o plano proposto para o município.



Figura 17- Etapas do Ciclo PDCA para o sistema de esgotamento sanitário de Pinheiral.
Fonte: AUTOR

Desta forma, o presente trabalho foca em contribuir com a primeira etapa do ciclo PDCA, o Plan (Planejamento), oportunizando assim o desenvolvimento de políticas públicas baseados em um planejamento básico que precisará avançar para um detalhamento do projeto a ser implementado, com o desenvolvimento de engenharia básica e análises respectivas para seu desenvolvimento. Deve-se também fazer o requerimento das licenças ambientais e elaborar um estudo de impacto ambiental (EIA) e seu respectivo relatório de impacto ambiental (RIMA) para contribuir com as fases iniciais do licenciamento ambiental da fase de licenciamento, previsto na Resolução CONAMA nº 001/1986.

Feito isto, segue-se para a etapa do Do (Fazer), onde avança as licitações, e é nesta fase onde se inicia o projeto de implementação e execução das obras a serem implementadas, de acordo com o que foi planejado. Consequente, passa para a etapa do Check (Verificar), onde deve-se monitorar e checar se o projeto executado está de acordo com o que foi elaborado, e assim realiza um relatório para análise de dados. Desta maneira, avança para a fase do Action (Agir), onde deverá analisar os dados verificados na fase anteriormente, e assim, em caso de caso haja algum ajuste a ser feito, cria-se um plano de ação e cronograma para corrigir os problemas, e desta forma retorna novamente o ciclo PDCA, fazendo o planejamento daquilo que precisa ser reelaborado, e assim, regressar todas as fases de novo.

5 CONCLUSÕES

Com a carência de sistemas de esgotamento sanitário eficientes ou mesmo, de existência dos mesmos no Brasil, conclui-se que existe a necessidade urgente, não de se construir sistemas de tratamento e redes que conduzam esgotos às mesmas, mas, antes disso, planejar a forma como esse objetivo será alcançado.

O presente trabalho não teve a intenção de esgotar o assunto, mas sim, propor elementos básicos que possam auxiliar o poder público, no caso, do município de Pinheiral, a desenvolver propostas que possam ser testadas pelo o ciclo do PDCA. Com tal ferramenta, pretende-se introduzir o conceito de gestão da qualidade total no saneamento básico e contribuir para a organização de ideias, projetos e implantações de forma gradual, com custos minimizados e evoluindo dentro de um plano consistente e possível de ser realizado.

A partir do presente trabalho tem-se como expectativa prosseguir-se no detalhamento do plano proposto considerando uma ação do poder público de Pinheiral na elaboração de atividades de levantamento de dados, confecção de plantas, atualização de tubulações conforme o construído, além de informações topográficas e, se possível, uso de ferramentas de geoprocessamento para uma futura condução de implantação de sistema de esgotamento sanitário no município.

Tais benefícios serão econômicos e sociais. Primeiramente o município vai economizar quando implantar um sistema eficiente, deixando de ter custos relativos a mitigação de impactos pela falta de tratamento. Também será possível obter proveitos sociais, pois toda a comunidade local e entorno vai se beneficiar dos recursos hídricos de qualidade, podendo coletar esta água para seu abastecimento, atividades e com a possibilidade de promover turismo e lazer em toda área.

Os impactos no ecossistema serão diminuídos, mesmo que não anulados, porém com investimentos em sistemas adequados podem obter um equilíbrio ambiental podendo não impactar significativamente na fauna e flora local, gerando equilíbrio na autodepuração dos cursos d'água, além de reduzir impactos no solo e lençol freático. Conclui-se que o respectivo trabalho demonstra a importância significativa de propor soluções de esgotamento sanitário, e que tais aplicações devem ser colocadas em prática o quanto antes, aliando o mesmo com legislações vigentes específicas que tratam do assunto.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AISSE, M.M; SOBRINHO, P.A., 1999. Avaliação do sistema reator UASB e filtro biológico aerado submerso para tratamento de esgoto sanitário. Disponível em: <<http://www.finep.gov.br/PROSAB/livros/coletanea2/ART15.pdf>>. Acessado em: 10 de abril de 2018.

ANA, AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Elaboração de estudos para concepção de um sistema de previsão de eventos críticos na Bacia do Rio Paraíba do Sul, Estudo de propagação de poluentes. TOMO I. 579p. ENGENCORPS, 2012. Disponível em: <[http://gripbsul.ana.gov.br/rels/R07.Propaga%C3%A7%C3%A3o%20de%20Poluent es.pdf](http://gripbsul.ana.gov.br/rels/R07.Propaga%C3%A7%C3%A3o%20de%20Poluent%20es.pdf)>. Acessado em: 10 de maio de 2018.

ANDREOLI, C.V.; PEGORINI, E.S., GONÇALVES, D. F, 1998. Processo de implementação da reciclagem agrícola de biossólidos em Curitiba, Paraná. In Anais do XXVII Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental – Porto Alegre/RS. Disponível em: <http://www.sanepar.com.br/Sanepar/Gecip/Congressos_Seminarios/Lodo_de_Esgoto/gestao_biossolidos_ETEs.pdf>. Acessado em: 01 de maio de 2018.

ANDREOLI, C.V.; BARRETO, C.L.G.; BONNET, B. R. P. et al. Tratamento e disposição final de lodo de esgoto no Paraná. Sanare, Curitiba, v.1, n.1, p. 10-16, 1994.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9648: Estudo de Concepção de sistemas de esgoto sanitário. 5p. Rio de Janeiro, 1986. Disponível em: <<http://licenciadorambiental.com.br/wp-content/uploads/2015/01/NBR-9.649-Projeto-de-Redes-de-Esgoto.pdf>>. Acessado em: 02 de fevereiro de 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9814: Execução de rede coletora de esgoto sanitário: Procedimento. Rio de Janeiro, 1987. Disponível em: <<https://pt.scribd.com/doc/61141116/NBR-09814-Nb-37-Execucao-de-Rede-Coletora-de-Esgoto-Sanitario>>. Acessado em: 29 de maio de 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 8160 : Sistemas prediais de esgoto sanitário - Projeto e execução. Rio de Janeiro, 1999. Disponível em: <https://fauufrjatelierintegrado1.weebly.com/uploads/1/2/5/9/12591367/nbr_8160.pdf>. Acessado em: 29 de maio de 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13133: Execução de levantamento topográfico: Procedimento. Rio de Janeiro, 1994. Disponível em: <<http://www.carto.eng.uerj.br/cdecart/download/NBR13133.pdf>>. Acessado em: 29 de maio de 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS NBR 7229: Projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos. Rio de Janeiro, 1993. Disponível em: <<http://www.ct.ufpb.br/~elis/SaneamentoAmbiental/ABNTNBR7229.pdf>>. Acessado em 29 de maio de 2018.

ALENCAR, Joana França de. Utilização do ciclo PDCA para análise de não conformidades em um processo logístico. Monografia submetida à coordenação de curso de engenharia de produção. Juiz de fora. UFJF, 2008. Disponível em: <http://www.ufjf.br/ep/files/2014/07/2008_3_Joana.pdf>. Acessado em: 05 de março de 2018.

ALVES, Mayara de Oliveira et al. Tratamento de esgoto sanitário: uma solução simples e ecológica de interesse social. Janus, v. 12, n. 22, 2017.

ALVES, Kleber Gonçalves Bezerra. Estudo da evolução da camada de lodo da lagoa anaeróbia profunda da pedreira nº 7 do sistema de tratamento de esgotos do Róger da grande João Pessoa – PB. (Curso de pós-graduação em engenharia civil e ambiental). 177P. Campina grande. UFCG, 2006. Disponível em: <http://www.coenge.ufcg.edu.br/publicacoes/Public_252.pdf>. Acessado em: 10 de abril de 2018.

ALEM SOBRINHO, Pedro. Coleta e Transporte de Esgoto Sanitário. 2 ed. Editora cultura medica, 1999.

ALEM SOBRINHO, P.; JORDÃO, E.P. Pós-tratamento de efluentes de reatores anaeróbios – uma análise crítica. In: CHERNICHARO, C.A.L. (Coord.). Pós-tratamento de efluentes de reatores anaeróbios. Rio de Janeiro: ABES, 2001. Disponível em: <<http://www.finep.gov.br/prosab/livros/ProsabCarlos/Cap-9.pdf>>. Acessado em: 10 de abril de 2018.

ALEM SOBRINHO, P.; CONTRERA, R.C. Sistemas de Esgoto Sanitário. Apresentação da disciplina Saneamento II. São Paulo. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Disponível em: <<https://wp.ufpel.edu.br/hugoguedes/files/2013/05/Aula-1-Esgotamento-Sanit%C3%A1rio.pdf>>. Acessado em: 14 de março de 2018.

ADRIEN, Nicolas G. Computational Hydraulics and Hydrology: An Illustrated Dictionary. CRC Press, 464p. 2003.

ARAÚJO, Cesar Augusto Siega. Apostila - Topografia prática. UNIPAMPA - CCS, 2014.

ALENCAR, Joana França de. Utilização do ciclo PDCA para análise de não conformidades em um processo logístico. (Monografia submetida à coordenação de curso de engenharia de produção). 60 p. Juiz de Fora, MG. UFJF, 2008.

BARROS, Adriano Jose et al. Estudo de caso: o dimensionamento de uma estação compacta de tratamento de efluentes sanitários rios no município de Itabira, Minas Gerais, com foco no desenvolvimento local. Revista Caribeña de Ciencias Sociales, n. 2017_02, 2017.

BRANDALIZE, Maria Cecília Bonato Brandalize. Apostila - Topografia. Pará. PUC, 2005.

BRASIL. Lei 11.445, 5 jan. 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; Publicado no DOU de 8.1.2007 e retificado no DOU de 11.1.2007. < Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/111445.htm>. Acessado em: 04 de agosto de 2017.

BRASIL. Fundação Nacional de Saúde. Manual de saneamento. 3. ed. rev. Brasília: FUNASA, 2006. Disponível em: <http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/manual_saneamento_3ed_rev_p1.pdf>. Acessado em: 08 de outubro de 2017.

BARBOSA, Leonardo Cassimiro. As redes técnicas sanitárias na estruturação do território: análise da cidade de Maringá-PR entre 1947-1980. (Tese de Doutorado). São Carlos. USP, 2016. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/102/102132/tde-13102016-100429/pt-br.php>>. Acessado em: 10 novembro de 2017.

CAMPOS, C. M. M. Physical aspects affecting granulations in UASB Reactors. 1990. 459 f. Thesis (PhD) - University of Newcastle upon Tyne, Newcastle, 1990.

CARLOS SOUZA, SCARLET SOUZA, ALINE ALVARES, Diretrizes normativas para o saneamento básico no Brasil, 2014. Disponível em: <<http://periodicos.pucminas.br/index.php/geografia/article/viewFile/8243/7602>>. Acessado em: 04 de abril de 2018.

CARVALHO, P.C.T. & BARRAL, M.F. Aplicação de lodo de esgoto como fertilizante. Fertilizantes, São Paulo, v 3 , n 2, p 3-5, 1.981. 1

CEIVAP, 2014. Plano municipal de saneamento básico Pinheiral – RJ. Disponível em: <<http://ceivap.org.br/saneamento/pmsb- ,kfluminenses/pmsb-pinheiral.pdf>>. Acessado em: 29 de agosto de 2017.

CESAN, 2013. Apostila Tratamento de Esgotos. Disponível em: <http://www.cesan.com.br/wp-content/uploads/2013/08/APOSTILA_TRATAMENTO_ESGOTO.pdf>. Acessado em: 21 de setembro de 2017.

COSTA, E. A. (2007). Gestão estratégica: da empresa que temos da empresa que queremos. 2. ed. Saraiva. São Paulo, 2007.

CONAMA 001/1986. Estabelece definições, as responsabilidades, critérios básicos e as diretrizes gerais para uso e implementação da Avaliação de Impacto Ambiental como um dos instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res0186.html>>. Acessado em: 02 de abril de 2018.

CONAMA 357, 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretriz ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece condições e padrões de lançamentos. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>>. Acessado em: 01 de março de 2018.

CONAMA 430/2011. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamentos de efluentes, complementa e altera a Resolução Conama nº 357/2005. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=646>>. Acessado em: 10 de novembro de 2017.

CONAMA 237/1997. Dispõe sobre condições de enquadramento de atividades e seus respectivos licenciamentos ambientais. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res97/res23797.html>>. Acessado em: 04 de maio de 2018.

DIAS, Monique Sandra Oliveira. Sistema de esgotamento sanitário do município de Belém: proposta de concepção para universalização do atendimento até 2030. Dissertação (Mestre em Engenharia Civil, Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil). 177p. Pará. UFPA, 2009. Disponível em: <<http://www.ufpa.br/ppgec/data/producaocientifica/Monique%20Dias.pdf>>. Acessado em: 10 de abril de 2018.

DINIZ, Claudinei Moreira et al. A interferência das redes subterrâneas na qualidade da pavimentação urbana: comparativo econômico entre alternativas de traçado. REINPEC-Revista Interdisciplinar Pensamento Científico, v. 2, n. 2, 2016. Disponível em: <<http://reinpec.srvroot.com:8686/reinpec/index.php/reinpec/article/view/198/68>>. Acessado em: 16 de maio de 2018.

DZ 205.R-6. Diretriz de controle de carga orgânica em efluentes líquidos de origem industrial, 2007. Disponível em: <<https://www.baktron.com.br/img/ManagerImages/DZ205%20R6.pdf>>. Acessado em: 10 de abril de 2018.

DZ 215.R-4. Diretriz de controle de carga orgânica biodegradável de efluentes líquidos de origem sanitária, 2007. Disponível em: <http://www.tesalab.com.br/site/downloads/INEA_DZ-215.pdf>. Acessado em 10 de abril de abril de 2018.

EMBASA. Apostila de sistemas Urbanos de Esgoto. 2008. Disponível em: <<https://pt.scribd.com/document/249804802/APOSTILA-Embasa>>. Acessado em: 04 de março de 2018.

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE. Apresentação de Projetos de Sistema de Esgotamento Sanitário: Orientações Técnicas. 24 p. Brasília. 2008. Disponível em: <http://www.funasa.gov.br/documents/20182/33212/eng_esgot2.pdf/52f837b9-7259-44c6-a742-0408271786cd>. Acessado em: 10 de abril de 2018.

FUNDAÇÃO DE ECONOMIA E ESTATÍSTICA (FEE). Metodologia empregada para o cálculo das estimativas populacionais dos municípios do Rio Grande do Sul, 2013. Disponível em: <https://www.fee.rs.gov.br/wpcontent/uploads/2014/07/20140725metodologia_estimativas_populacionais_2013.pdf>. Acessado em: 10 de março de 2018.

FONSECA, J. J. S. Apostila - Metodologia da pesquisa científica. Fortaleza. UEC, 2002.

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE. Manual de saneamento, 3ª ed, 408p. Brasília, FUNASA, 2006.

FREIRE, A. E.; DOS SANTOS, J. R.; Nobre; MAGALHÃES NETO, O. Rede coletora de esgoto sanitário: simples ou dupla?. (Monografia apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil). 2009. Disponível em: <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:SeFUGnUM_DgJ:www.tce.rj.gov.br/documents/454798/528797/2008%2520%252008CEAOP_FreireAndre.pdf+&cd=1&hl=pt-BR&ct=clnk&gl=br>. Acessado em: 08 de abril de 2018.

GERSINA JUNIOR, N.R.C. Recomendações para o projeto e dimensionamento. Disponível em: <<http://slideplayer.com.br/slide/366613/>>. Acessado em: 30 de abril de 2018.

GIORDANO, Gandhi. Apostila de Tratamento e controle de efluentes industriais. 81p. Mato grosso. UFMT, 2004. Disponível em: <https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/35427518/Apostila_-_Tratamento_de_efluentes_industriais.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1527697637&Signature=mLjcPzy97AwgTbrz%2FyiYjJzKeU%3D&response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DTRATAMENTO_E_CONTROLE_DE_EFLUENTES_INDUS.pdf>. Acessado em: 10 de março de 2018.

GIL, Antônio Carlos. Como elaborar projetos de pesquisa. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002. Disponível em: <https://professores.faccat.br/moodle/pluginfile.php/13410/mod_resource/content/1/como_elaborar_projeto_de_pesquisa_-_antonio_carlos_gil.pdf>. Acessado em 12 de março de 2018.

GOOGLE WOF. Planta planialtimétrica do município de Pinheiral RJ. Google Worf, (2018). Disponível em: <<http://pt-br.topographic-map.com/places/Pinheiral-2775537/>>. Acessado em: 30 de maio de 2018.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Pesquisa Nacional de Saneamento Básico. PNSB, 2008. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/painel/historico.php?lang=&codmun=330395&search=rio-de-janeiro|pinheiral|infograficos:-historico>>. Acessado em: 29 de agosto de 2017.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Atlas de saneamento, 2011: Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/atlas_saneamento/default_zip.shtml>. Acessado em: 10 de setembro de 2017.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Panorama de poluição estimada, 2017. Disponível em <<http://cidades.ibge.gov.br/brasil/rj/pinheiral/panorama>>. Acessado em: 29 de agosto de 2017.

ICLEI, Brasil. "Manual para aproveitamento do biogás: volume dois, efluentes urbanos". ICLEI – Governos Locais pela Sustentabilidade, Secretariado para América Latina e Caribe, 2010. Disponível em: <http://www.iclei.org.br/residuos/site/?page_id=411>. Acessado em: 23 de novembro de 2017.

INEA, 2018. Instituto Estadual do Meio Ambiente. Disponível em: <<http://www.inea.rj.gov.br/Portal/MegaDropDown/Regionais/MedioParaibadoSul/index.htm&lang>>. Acessado em: 10 de maio de 2018.

JORDAO, E. P.; CONSTANTINO, A. P. Tratamento de Esgotos Domésticos. 5º Ed. Rio de Janeiro, 2009.

KARASEK, 2011. Dimensionamento de uma estação de tratamento de esgoto: Estudo de caso para o município de Itaperu/PR. 2011. Disponível em: <<http://tcconline.utp.br/media/tcc/2015/05/DIMENSIONAMENTO-ETE.pdf>>. Acessado em: 08 de abril de 2018.

LEME, Edson José de Arruda. Manual prático de tratamento de águas residuárias. 2. ed. São Carlos: Edufscar, 2014.

MARSHALL JUNIOR, Edmarson Bacelar Mota Isnard et al. Gestão da qualidade e processor. Editora FGV, 2015.

MARIN, Camila Burigo. Alternativa de tratamento de esgoto sanitário para o município de Itapema, SC. 28 p. Curitiba. UFPA, 2014. Disponível em: <<https://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/40164/R%20-%20E%20%20CAMILA%20BURIGO%20MARIN.pdf?sequence=2>>. Acessado em: 04 de maio de 2018.

MMA. Módulo Específico Licenciamento Ambiental de Estações de tratamento de Esgoto e Aterros. 2009. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/dai_pnc/_publicacao/76_publicacao19042011110356.pdf> . Acessado em: 23 de novembro de 2017.

MARTINS, G. H.; MARTINS, S. F.; FERREIRA, R. L.. Aplicabilidade da metodologia de análise de soluções de problemas MASP através do ciclo PDCA no setor de embalagens: estudo de caso na " indústria de embalagens" no Brasil. Journal of Lean Systems, v. 1, n. 4, p. 02-22, 2016.

MARTINELLI, A.; et al Esgoto Sanitário coleta, transporte, tratamento e reuso agrícola. São Paulo: Fatec – SP, Ceeteps, 2011.

MEDRI, Waldir. Modelagem e otimização de sistemas de lagoas de estabilização para tratamento de dejetos (Doutorado em Engenharia de Produção). 230p. Florianópolis, Santa Catarina. UFSC, 1997.

MINISTÉRIO DAS CIDADES. Esgotamento sanitário: operação e manutenção de redes coletoras de esgotos: guia do profissional em treinamento: nível 2 / Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental (org.). 78P. Brasília.

2008. . Disponível em: <<http://nucase.desa.ufmg.br/wp-content/uploads/2013/07/ES-OMRC.pdf>>. Acessado em: 10 de abril de 2018.

MOTA, S. Preservação de Recursos Hídricos. p.83. Rio de Janeiro: ABES, 1995. (adaptado). Disponível em: <<https://guiaecologico.wordpress.com/2011/07/18/voce-sabe-como-funciona-a-autodepuracao-em-rios/>>. Acessado em: 30 de maio de 2018.

NT 202.R-10. Critérios e padrões para lançamentos de efluentes líquidos, 1986. Disponível em: <<http://www.inea.rj.gov.br/cs/groups/public/documents/document/bmvh/mdey/~edisp/inea012974.pdf>>. Acessado em: 08 de maio de 2018.

NT 213.R-4. Critérios e padrões para controle da toxicidade em efluentes líquidos industriais, 1990. Disponível em: <http://www.inea.rj.gov.br/cs/groups/public/@inter_pres_aspres/documents/document/t/zfff/mda2/~edisp/inea_006743.pdf>. Acessado em: 08 de maio de 2018.

NTS 025. Norma Técnica Sabesp. Projeto de redes coletoras de esgotos. Procedimento. Rev. 01. São Paulo, 2006. Disponível em: <<http://www2.sabesp.com.br/normas/nts/nts025.pdf>>. Acessado em: 10 de fevereiro de 2018.

NUVOLARI, Ariovaldo. Esgoto Sanitário. Coleta, transporte, tratamento e reuso 2. Ed.rev. ex. 3. 2011.

OLIVEIRA NETO, G. J.; SANTOS, H.I. Análise da eficiência das lagoas facultativas da estação de tratamento de efluentes municipal de Inhumas – Goiás. 12p. Goiânia. PUC, 2007. Disponível em: <<http://docplayer.com.br/61396963-Analise-da-eficiencia-das-lagoas-facultativas-da-estacao-de-tratamento-de-efluente-municipal-de-inhumas-goias.html>>. Acessado em: 10 de abril de 2018.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE (OMS). Carta de Ottama. Primeira Conferência Internacional sobre Promoção da Saúde. Ottawa, 1986.

PERDOMO, C.C.; LIMA. G.J.M.M.; NONES. K.; Produção de suínos e meio ambiente. 9º Seminário Nacional de Desenvolvimento da Suinocultura. Gramado. Rio Grande do Sul. CNPSA. EMBRAPA, 2001. Disponível em: <http://www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc_publicacoes/anais0104.pdf>. Acessado em: 10 de fevereiro de 2018.

PEREIRA, J. A. R.; SOARES, J. M. Rede Coletora de esgoto sanitário: projeto, construção e operação. 1. Ed. Belém: UFPA, 2006. 296 p.

PINHEIRAL. Prefeitura Municipal de Pinheiral. Disponível em: <<http://www.pinheiral.rj.gov.br/a-cidade/sobre>>. Acessado em: 20 de maio de 2018.

PHILIPPI Jr., A. Saneamento, saúde e ambiente: fundamentos para um desenvolvimento sustentável. Coleção Ambiental. Barueri: Ed. Manole, 2004.

PIMENTA, H. C. D. et al. O esgoto: a importância do tratamento e as opções

tecnológicas. In: XXII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Curitiba, 2002.

PUPPI, Ildelfonso C. Curitiba, Universidade Federal do Paraná; São Paulo, CETESB, 1981.

PASSETO, W. Tubos de PVC coletores de esgotos prediais e despejos industriais. In Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária, 13., Paraguai, 1972. São Paulo: SABESP, 1972.

PRADO, M. A. C.; CAMPOS, C.M.M. Produção de biogás no tratamento dos efluentes líquidos do processamento de Coffea arabica L. Em reator anaeróbico UASB para o potencial aproveitamento na secagem do café. Ciênc. agrotec., Lavras, v. 32, n. 3, p. 938-947, maio/jun., 2008.

RIGHETTO, Antônio Marozzi. 4 Manejo de Águas Pluviais Urbanas. Rio de Janeiro: ABES, 2009. Disponível em: <http://www.finep.gov.br/images/apoio-e-financiamento/historico-de-programas/prosab/prosab5_tema_4.pdf>. Acessado em: 01 de abril de 2018.

RODRIGUES, Marcus Vinicius. Ações para a qualidade: gestão estratégica e integrada para a melhoria dos processos na busca da qualidade e competitividade. Elsevier Brasil, 2016.

ROSSI LÉO. 2008. Investigação da toxicidade, tratabilidade e formação de produtos tóxicos em efluentes clorados de lagoas de estabilização com e sem pré tratamento. Disponível em: <file:///C:/Users/Usuer/Downloads/tese_final_4966102_versao_revisada.pdf>. Acessado em: 08 de maio de 2018.

SANTOS, D. C.; et al. II-379 – Estudos da rugosidade de tubulações de PVC, para esgotos sanitários, em condições críticas de funcionamento hidráulico, com a verificação da tensão trativa. 23º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. ABES, 2005. Disponível em: <<http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/abes23/II-379.pdf>>. Acessado em: 01 de abril de 2018.

SABESP. Normas Técnica Sabesp NTS 230. Projeto de lagoas de estabilização e seu tratamento complementar para esgoto sanitário. 2009. Disponível em: <<http://www2.sabesp.com.br/normas/nts/nts230.pdf>>. Acessado em: 10 de maio de 2018.

SILVA FILHO, Pedro Alves da. Diagnóstico operacional de lagoas de estabilização. (Programa de pós-graduação em engenharia sanitária). Natal-RN. UFRN, 2007.

SERAFIM, A.; et al. Chorume, Impactos Ambientais e Possibilidades de tratamento. São Paulo: Centro Superior de Educação Tecnológica (CESET) – UNICAMP, 2003.

SABESP, 2013. Disponível em: < <http://site.sabesp.com.br/site/imprensa/noticias-detalhe.aspx?secaoid=65&id=5054>>. Acessado em: 25 de outubro de 2017.

SOUZA, M. E.; VIEIRA, S.M.M. Uso do reator Uasb para tratamento de esgoto sanitário. Revista DAE – vol.46 – edição nº145. 180p. 1986.
Disponível em: <http://revistadae.com.br/artigos/artigo_edicao_145_n_180.pdf>.
Acessado em: 10 de maio de 2017.

SPERLING, Marcos Von. Lagoas de estabilização. 2.ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental – UFMG, 1995, 196p.

SPERLING, Marcos Von; Jordão, Eduardo Pacheco. Princípios do tratamento biológico de águas residuárias. Vol. 1. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental. 3ª ed. Belo Horizonte. UFMG, 2005.

SPERLING, Marcos Von. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. In: Princípios do tratamento biológico de águas residuárias. v.1. 2 ed Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental - UFMG, 1996.

TEIXEIRA, A.R; CHERNICHARO, C. A. DE. L.; SOUTO, T. F. DA S.; DE PAULA, F. S. Influência da alteração da distribuição do tamanho de partículas no desempenho de reator UASB tratando esgoto doméstico. Eng. Sanit. Ambient. vol.14 no.2 Rio de Janeiro Apr./June 2009. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-41522009000200003&lang=pt> Acessado em: 04 de abril de 2018.

TSUTIYA, M. T.; SOBRINHO, P. A.. Coleta e Transporte de Esgoto Sanitário. 1º Ed- São Paulo: Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 1999.

TIDD, JOE; BESSANT, JOE. Gestão da inovação – 5. Bookman editora, 2015.

TSUTIYA, M. T., & SOBRINHO, P. A. Coleta e Transporte de Esgoto Sanitário. 3ª edição. Rio de Janeiro: ABES – Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. 548 p. Rio de Janeiro, 2011.

Vallenge, 2013. Articulação das sub-bacias da área urbana do Município de Pinheiral. Disponível em: <<http://ceivap.org.br/saneamento/pmsb-fluminenses/pmsb-pinheiral.pdf>>. Acessado em: 26 de março de 2018.

Gestão da qualidade total: Uma abordagem prática. 3ª edição. Campinas: ALÍNEA. 2010.

VIEIRA FILHO, G. Gestão da qualidade total: Uma abordagem prática. 3ª edição. Campinas: ALÍNEA. 2010.

VIEIRA NETO, Délcio. Estudo da pirólise de lodo sanitário, visando sua valorização energética. (Programa de pós graduação em engenharia química). Florianópolis. UFSC, 2012. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/96388/310450.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acessado em: 05 de maio de 2018.

7 APENDICE

Questionário

- 1- O município possui rede coletora de esgoto? Se caso afirmativo, possui planta mostrando a localização da rede coletora de todo município? A rede coletora é separada da rede pluvial?
- 2- Existe tratamento dos efluentes? Se afirmativo, como funciona este tratamento destes efluentes?
- 3- A prefeitura possui um cadastro de atividades industriais, agrícolas e comerciais de todo município?
- 4- O município possui hospital, para onde são enviados os resíduos de serviço de saúde?
- 5- Existem indústrias licenciadas da cidade? Eles possuem tratamento de efluente industrial? Para onde são despejados?
- 6- Quantos rios tem no município? Há algum mapa dos recursos hídricos?
- 7- Para onde são lançados os efluentes domésticos? Existem pontos estratégicos de lançamentos de efluentes?
- 8- Como ocorre a divisão demográfica no município? Há algum dado mostrando esta subdivisão por bairro?
- 9- Quais são os mananciais que abastece o município?
- 10- Quem é a empresa responsável pela qualidade da água que abastece o Município de pinheiral?

8 ANEXO




Estado do Rio de Janeiro
PREFEITURA MUNICIPAL DE PINHEIRAL
SECRETARIA MUNICIPAL DO AMBIENTE E
DESENVOLVIMENTO RURAL



DECLARAÇÃO

Declaro para os devidos fins, que esta Secretaria não se opõe a utilização dos dados e informações para estudo e elaboração de projeto para conclusão do Curso de Engenharia Ambiental das alunas Adriana da Silveira Lanchim, matrícula 201310488 e Helena Schneider Serra, matrícula 201311316, no Centro Universitário de Volta Redonda – UNIFOA.

Pinheiral, 15 de maio de 2018.


Fábio Luis de S. Nogueira
Secretário Municipal do Ambiente
e Desenvolvimento Rural
Matr. 9627-0
Secretario Municipal do Ambiente e Desenvolvimento Rural

