

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

**ANNA PAULA DE OLIVEIRA SANTOS  
MARIANA DA COSTA BRUM**

**SANEAMENTO INTEGRADO COMO PROPOSTA PARA UMA COMUNIDADE  
RURAL DO MUNICÍPIO DE PINHEIRAL-RJ**

**VOLTA REDONDA/ RJ  
2017**

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

**SANEAMENTO INTEGRADO COMO PROPOSTA PARA UMA COMUNIDADE  
RURAL DO MUNICÍPIO DE PINHEIRAL-RJ**

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Ambiental do UniFOA como requisito à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Ambiental.

Alunos:

Anna Paula de Oliveira Santos  
Mariana da Costa Brum

Orientadora:

Prof. Dra. Ana Carolina Callegario Pereira

Coorientador:

Prof. Me. Joice Andrade de Araújo  
Eng. Leonardo Guedes Barbosa  
Eng. Márcio de Amorim

**VOLTA REDONDA/ RJ  
2017**



Fundação Oswaldo Aranha



**Anexo 10**  
**FOLHA DE APROVAÇÃO**

Curso: **Engenharia Ambiental**

Trabalho de Conclusão de Curso intitulado:

**“SANEAMENTO INTEGRADO COMO PROPOSTA PARA UMA COMUNIDADE RURAL DO  
MUNICÍPIO DE PINHEIRAL-RJ”**

Elaborado por:

Acadêmica (s)

Matrícula (s)

Anna Paula de Oliveira Santos

201411365

Mariana da Costa Brum

201310059

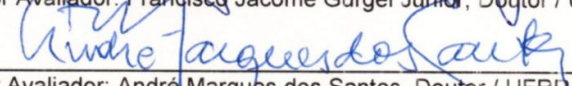
Apresentado publicamente perante a Banca Avaliadora, como parte dos requisitos para conclusão do Curso de Engenharia Ambiental.

Aprovada em 09 de novembro de 2017

**Banca Examinadora:**

  
\_\_\_\_\_  
Professora Orientadora: Ana Carolina Callegario Pereira, Pós-Doutora / UniFOA

  
\_\_\_\_\_  
Professor Avaliador: Francisco Jácome Gurgel Junior, Doutor / UniFOA

  
\_\_\_\_\_  
Professor Avaliador: André Marques dos Santos, Doutor / UFRJ

## DEDICATÓRIA

Dedicamos nosso Trabalho de Conclusão de Curso para todos aqueles que colaboraram para que nosso sonho se tornasse real, nos proporcionando sempre forças para que nós nunca desistíssemos de correr atrás do que buscávamos. Muitos obstáculos estiveram presentes diante de nós durante esses últimos anos, mas graças a Deus e a vocês não fraquejamos. Obrigada por tudo família, professores e amigos.

## **AGRADECIMENTOS**

Provavelmente estes parágrafos não irão atender a todas as pessoas que fizeram parte dessa importante fase das nossas vidas. Desta forma, gostaríamos de pedir desculpas àquelas pessoas que não estão presentes, mas elas podem estar certas que fazem parte dos nossos pensamentos e da nossa gratidão.

Distingo a Professora Dr<sup>a</sup>. Ana Carolina Callegario Pereira por toda empolgação e entusiasmo para com este trabalho e a Professora Me. Joice de Andrade Araújo pelas dicas, pela orientação e pela paciência principalmente nos momentos de desespero. Agradecemos ao Engenheiro Ambiental Leonardo Guedes Barbosa e ao Engenheiro Ambiental Márcio de Amorim pela orientação voluntária neste trabalho e também aos proprietários rurais do município de Pinheiral pela colaboração principalmente na etapa de coleta de informações no campo.

## RESUMO

O despejo de esgoto sem tratamento nos corpos hídricos pode ocasionar diversos danos ao ambiente e a saúde da população, principalmente em áreas rurais, que muitas vezes dispõem de menos recursos econômicos e tecnológicos. Esse é um dos principais problemas da área rural do Município de Pinheiral - RJ, onde o esgoto é despejado no solo ou em afluentes do ribeirão Cachimbal, contaminando os mesmos, e a água que é captada para consumo não recebe nenhuma forma de tratamento. O objetivo deste trabalho é incentivar a implantação e a adaptação de sistemas integrados, utilizando tecnologias de baixo custo e que sejam capazes de atender a maior parte das propriedades rurais do referido município, com o intuito de melhorar a saúde da população e evitar contaminação do solo e da água. O trabalho foi baseado em uma proposta elaborada pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa Instrumentação – SP), desenvolvida para promover a desinfecção da água por meio de um clorador, assim como a implantação de uma fossa séptica biodigestora e um jardim filtrante para tratamento do esgoto.

**Palavras-chave:** Clorador; fossa séptica biodigestora; jardim filtrante; água; esgoto.

## LISTA DE TABELA

<b>Tabela 1:</b> Crescimento populacional por áreas.....	16
<b>Tabela 2:</b> Materiais necessários para montagem e instalação da tecnologia proposta para tratamento de água potável – Clorador.....	50
<b>Tabela 3:</b> Materiais necessários para montagem e instalação da tecnologia proposta para tratamento de esgoto – Fossa Séptica Biodigestora.....	51
<b>Tabela 4:</b> Materiais necessários para montagem e instalação da tecnologia proposta para tratamento de esgoto – Jardim filtrante.....	52
<b>Tabela 5:</b> Demais Custos.....	52
<b>Tabela 6:</b> Somatório dos custos para implantação das tecnologias propostas neste trabalho.....	53
<b>Tabela 7:</b> Materiais necessários para montagem e instalação da tecnologia proposta para tratamento de esgoto – Círculo de bananeiras.....	54

## **LISTA DE SIGLAS**

ABNT- Associação Brasileira de Normas Técnicas

CBH-MPS - Comitê de Bacia Hidrográfica do Médio Paraíba do Sul

CEDAE - Companhia Estadual de Águas e Esgotos do Rio de Janeiro

EMATER MG- Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural de Minas Gerais

Embrapa - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

ETA- Estação de Tratamento de Água

ETE- Estação de Tratamento de Esgotos

EPDM- Borracha de Etileno-Propileno-Dieno

Funasa - Fundação Nacional de Saúde

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

NBR- Norma Brasileira

OSCIP- Organização da Sociedade Civil de Interesse Público

PMSB- Plano Municipal de Saneamento Básico

PVC- Policloreto de Polivinila

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 01:</b> Municípios pertencentes, integral ou parcialmente, à Bacia Hidrográfica do Médio Paraíba do Sul.....	14
<b>Figura 02:</b> Mapa Hidrográfico da região médio Paraíba do Sul.....	15
<b>Figura 03:</b> Localização do município de Pinheiral no estado do Rio de Janeiro.....	15
<b>Figura 04:</b> Limites geográficos do município de Pinheiral-RJ.....	16
<b>Figura 05:</b> Localização do principal recurso hídrico do Município de Pinheiral-RJ...	17
<b>Figura 06:</b> Tecnologias para o tratamento da água e do esgoto e suas etapas de implementação.....	19
<b>Figura 07:</b> Disposição da fossa séptica biodigestora.....	24
<b>Figura 08:</b> Esquema proposto para implantação do jardim filtrante contendo plantas aquáticas.....	25
<b>Figura 09:</b> Esquema proposto para implantação do círculo de bananeiras.....	26
<b>Figura 10:</b> Clorador desenvolvido pela Embrapa já instalado em uma propriedade rural.....	28
<b>Figura 11:</b> Instalação do clorador de água desenvolvido pela Embrapa com destaque para seus componentes.....	28
<b>Figura 12:</b> Colher contendo cloro na forma granulada.....	29
<b>Figura 13:</b> Componentes do clorador.....	31
<b>Figura 14:</b> Composição da fossa séptica biodigestora desenvolvida pela Embrapa- Destaque para válvula de retenção (1), válvula de alívio (2), tubos de PVC (3 E 4), registro (7) e caixas de cimento, amianto ou plástico (5 e 6).....	32
<b>Figura 15:</b> Estrutura proposta para a fossa séptica biodigestora .....	33
<b>Figura 16:</b> Esquema representativo do sistema de tratamento de esgoto proposto.....	34
<b>Figura 17:</b> Aplicação da tubulação nas caixas de água da fossa séptica biodigestora.....	35
<b>Figura 18:</b> Ilustração dos componentes da válvula de retenção.....	36
<b>Figura 19:</b> Esquema do sistema de fossa séptica biodigestora.....	37
<b>Figura 20:</b> Sistema de Alívio.....	38
<b>Figura 21:</b> Dimensões sugeridas para o tanque do Jardim Filtrante de uma propriedade de até cinco pessoas.....	40
<b>Figura 22:</b> Disposição do Jardim Filtrante.....	41

<b>Figura 23:</b> Dimensões sugeridas para o tanque do Jardim Filtrante de uma propriedade de até cinco pessoas.....	42
<b>Figura 24:</b> Dimensões do círculo de bananeiras.....	44
<b>Figura 25:</b> Vista superior da caixa de gordura.....	45
<b>Figura 26:</b> Bacia completamente coberta com material orgânico.....	46
<b>Figura 27:</b> Poço para captação de água de uma propriedade rural no município de Pinheiral.....	47
<b>Figura 28:</b> Esgoto proveniente de fossas convencionais, lançado nos afluentes do ribeirão cachimbal.....	48
<b>Figura 29:</b> Sistema de tratamento de esgotos adaptado no município de Pinheiral, para uma propriedade rural que contém três moradores.....	49
<b>Figura 30:</b> Sistema de tratamento de água adaptado em propriedade rural localizada no município de Pinheiral-RJ.....	49

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	11
2 OBJETIVO .....	13
2.1 Objetivo Geral .....	13
2.2 Objetivos Específicos.....	13
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	14
3.1 A Bacia Hidrográfica do Médio Paraíba do Sul .....	14
3.2 Município de Pinheiral- RJ.....	15
3.3 Microbacia do Ribeirão Cachimbal .....	18
3.4 Saneamento Básico .....	18
3.5 Formas de Tratamento para a Água e para o Esgoto .....	19
3.5.1 Tratamento de água .....	20
3.5.2 Tratamento de esgoto .....	21
4. METODOLOGIA.....	27
4.1 Determinação das propriedades estudadas.....	27
4.2 Caracterização socioambiental das propriedades estudadas.....	27
4.3 Tecnologia proposta para tratamento de água potável.....	27
4.3.1. Passos para a implantação do sistema.....	29
4.3.2 Passos para a operação do Clorador .....	30
4.4 Tecnologias propostas para tratamento de esgoto .....	31
4.4.1. Fossa séptica biodigestora .....	31
4.4.2 Jardim Filtrante .....	39
4.4.3 Círculo de Bananeiras.....	43
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES .....	47
5.1 Caracterização socioambiental das propriedades estudadas.....	47
5.2 Composição dos custos dos sistemas propostos.....	50
6. CONCLUSÃO.....	55
7. RECOMENDAÇÕES .....	56
8.REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	57
Anexo I- Microbacia do Ribeirão Cachimbal. ....	60
Anexo II- Aprovação COEPS .....	61
Apêndice I .....	62

## 1. INTRODUÇÃO

A Lei Federal nº. 11.445 de 5 de janeiro de 2007 define saneamento básico como sendo uma série de atividades que envolvem o uso de tecnologias visando garantir a coleta e tratamento do esgoto, o abastecimento de água, a gestão adequada dos resíduos e a limpeza urbana, todos estes devem ser realizados de forma apropriada com o intuito de melhorar a saúde do meio ambiente e a saúde da população (BRASIL, 2007).

Essas atividades são essenciais, pois a falta delas causa diversos impactos negativos no meio ambiente e à saúde humana, podendo causar alguma doença e até a morte. Essas doenças são transmitidas principalmente por contato direto com o efluente, pela ingestão de água contaminada e até mesmo pelo contato de partes do corpo com solo e lixo contaminados (SILVA, 2014a).

Silva, (2014a) destaca que as principais doenças que podem ocorrer são: diarreia, hepatite A, verminoses, cólera entre outras. Estes tipos de doenças que tem sua transmissão realizada pelo contato com fezes, atualmente representam cerca de 80% das doenças que estão vinculadas ao saneamento inadequado.

Diante destes fatos, o presente trabalho foi desenvolvido para o Município de Pinheiral-RJ, e está embasado em dois componentes principais do saneamento básico: o tratamento de água para consumo humano e o tratamento de esgoto para propriedades rurais.

O primeiro componente do saneamento básico determinado para este estudo está relacionado ao fato de que a principal fonte de abastecimento para consumo de água da população da área rural (município de Pinheiral-RJ) é relativa a poços e minas presentes na região, onde se faz o consumo sem nenhum tratamento. O segundo componente determinado neste estudo, justifica-se pelo fato de que a maior parte das propriedades rurais do município lançam seu esgoto no solo ou em afluentes do ribeirão Cachimbal, contaminando assim os mesmos.

Logo, para atender as necessidades da comunidade rural com tratamento de água e esgoto, foram avaliadas algumas alternativas para tratamento. Uma delas é a fossa séptica biodigestora, muito utilizada para o tratamento dos efluentes gerados no vaso sanitário. Esta foi desenvolvida no ano 2000 por Novaes *et al.* (2006), que a definiu como um sistema de tratamento e reciclagem dos dejetos humanos, capaz

de impedir a proliferação de vetores causadores de doenças. Esse sistema pode ser facilmente interligado a outras tecnologias, como o Jardim Filtrante ou círculo de bananeiras, que auxiliam no tratamento dos efluentes e impedem o lançamento do esgoto a céu aberto e a utilização de fossas irregulares.

Já a Fundação Nacional da Saúde - Funasa (2014) afirma que a alternativa de tratamento mais adequada a água, para pequenas comunidades é a instalação de um clorador, capaz de inativar os microrganismos patogênicos existentes na água captada. Neste sistema são utilizados o cloro, que é um produto químico oxidante, que reage facilmente com diversas substâncias orgânicas e inorgânicas presentes na água. Atualmente, mesmo não sendo o cloro e seus compostos os melhores desinfetantes, estes continuam sendo os mais utilizados, principalmente pelo baixo custo, fácil manuseio, e por questões de acessibilidade.

A implantação destas tecnologias vai ainda ao encontro do estabelecido no Plano Municipal de Saneamento Básico - PMSB, que ficou definido pela Lei Federal nº 11.445/2007 e pelo decreto 7217/2010, esses determinam diretrizes para o saneamento básico em todo país. Além disso, a implantação adequada de sistemas para a área do saneamento básico, tem efeito imediato nos indicadores sociais, ambientais e econômicos do município, já que promove a redução das enfermidades da população e dos gastos com saúde pública.

## **2 OBJETIVO**

### **2.1 Objetivo Geral**

O objetivo geral do trabalho é propor a utilização de um sistema unitário para tratamento da água para consumo humano e para tratamento do esgoto doméstico, eficiente e de baixo custo, com capacidade para adaptar-se à realidade da maior parte das propriedades rurais do município de Pinheiral-RJ.

### **2.2 Objetivos Específicos**

- Promover o levantamento sócio ambiental de parte da área rural do município de Pinheiral-RJ, por meio de pesquisa de campo;
- Levantar o custo da implantação destas tecnologias ambientais de acordo com a região alvo do trabalho;
- Propor a adequações aos sistemas utilizados atualmente pelos proprietários rurais para tratamento de água e esgoto.

### 3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1 A Bacia Hidrográfica do Médio Paraíba do Sul

A Bacia Hidrográfica do Médio Paraíba do Sul está localizada no estado do Rio de Janeiro, ao longo de uma região conhecida como Vale do Paraíba, abrangendo 19 municípios dentre eles: Barra do Piraí, Barra Mansa, Comendador Levy Gasparian, Itatiaia, Miguel Pereira, Mendes, Paraíba do Sul, Piraí, Porto Real, Paty do Alferes, Quatis, Rio Claro, Rio das Flores, Resende, Três Rios, Vassouras, Valença, Volta Redonda e Pinheiral, alguns deles inseridos integralmente, outros parcialmente na Região Hidrográfica conforme a Figura 01 (CBH-MPS, 2016b).

**Figura 01:** Municípios pertencentes, integral ou parcialmente, à Bacia Hidrográfica do Médio Paraíba do Sul.

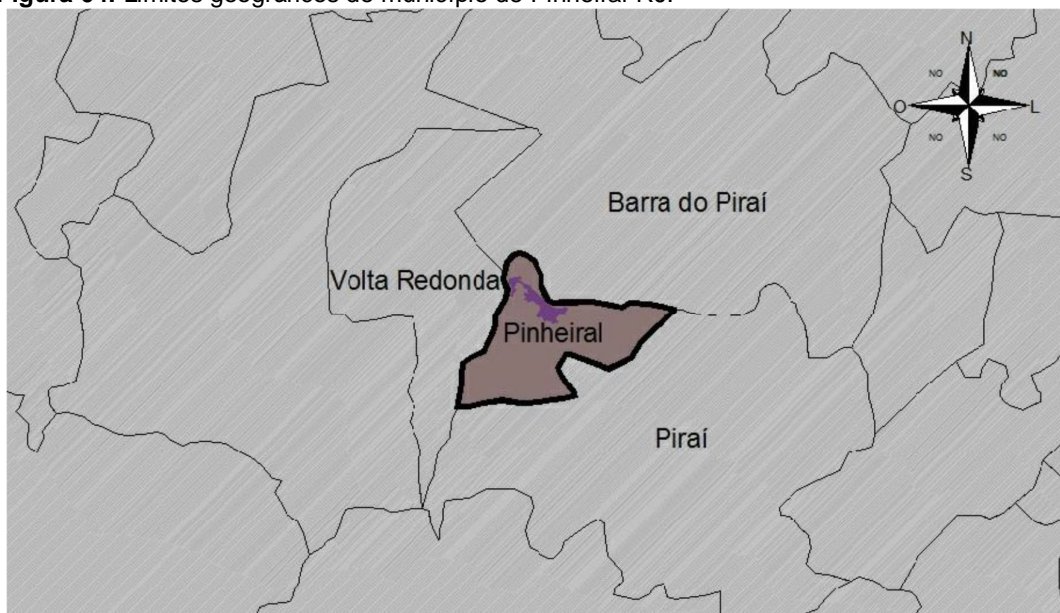


Fonte: CBH-MPS, 2016b.



Localiza-se nas coordenadas: Latitude Sul - 22°30'46"S e Longitude Oeste - 44°00'02" W, e encontra-se entre os municípios de: Pirai a Sul e Oeste, Barra do Pirai a Norte e Volta Redonda a Oeste, vide Figura 04 (PMSB, 2014).

**Figura 04:** Limites geográficos do município de Pinheiral-RJ.



Fonte: PMSB, 2014.

Sua altitude em relação ao nível do mar é de 345 m, com fuso horário de UTC-3. O acesso para o município ocorre principalmente pelas rodovias: BR-116 e RJ-141 (PMSB, 2014).

Conforme o Censo de 2010, a população total do município é de 22.719 habitantes, onde 2.308 habitam a área rural, e 20.411 habitantes residem na área urbana. No entanto, a Tabela 01 demonstra que apesar da população rural ser menor quantitativamente, a mesma apresentou um crescimento maior no período de 2000 a 2010 (PMSB, 2014).

**Tabela 01:** Crescimento populacional por áreas.

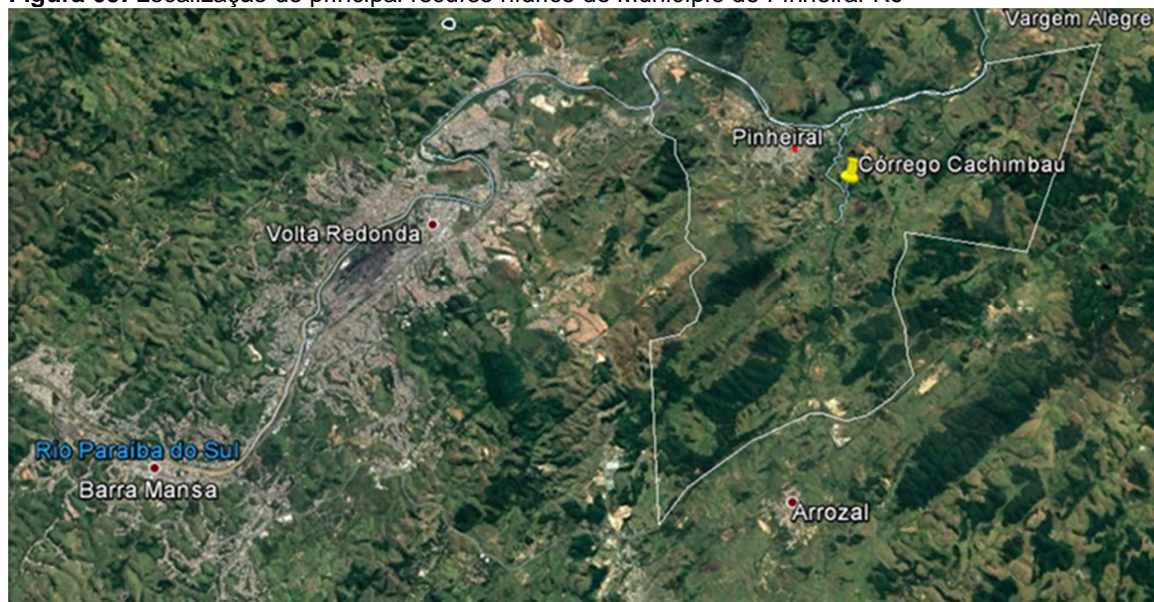
População	2000	2010	Crescimento (2000-2010)
Rural	1.809	2.308	27,58%
Urbana	17.672	20.411	15,50%
Total	19.481	22.719	16,62%

Fonte: PMSB, 2014.

O crescimento populacional, tanto na área urbana quanto na área rural, aumenta a demanda pela água para abastecimento e desenvolvimento econômico e social. Como consequência desta realidade, é aumentada também a descarga de efluentes contaminados nos recursos hídricos (TUCCI, 2008).

Essa é uma realidade em todo Brasil, que apresenta déficit no setor de saneamento básico, com maior carência nas áreas rurais, onde muitas vezes está concentrada a população mais pobre (JUNIOR GALVÃO, 2009). No município de Pinheiral essa realidade não é diferente, visto que o Plano Municipal de Saneamento Básico (2014) constatou que na área rural não existe coleta nem tratamento algum do esgoto. Nos bairros do Km 02 e Km 05 (bairros da área rural), por exemplo, o esgoto é lançado diretamente em pequenos córregos que deságuam no ribeirão Cachimbal, conforme mostra a Figura 05. O Cachimbal é um dos principais afluentes do Rio Paraíba do Sul no município.

**Figura 05:** Localização do principal recurso hídrico do Município de Pinheiral-RJ



Fonte: GOOGLE EARTH, 2017.

O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) classificou o clima do município como tropical de altitude, com temperaturas variando de 17°C a 35°C, com uma pluviometria média anual de 1.250mm (PMSB, 2014). Essas características climáticas foram levantadas também pelo Plano de Saneamento Básico de Pinheiral, que demonstrou que no município ocorrem temperaturas

consideradas altas, fato que contribui positivamente para implantação de sistemas biológicos de tratamento de esgotos.

### **3.3 Microbacia do Ribeirão Cachimbal**

Meneses (1999), afirma que a microbacia do Ribeirão Cachimbal abrange os municípios de: Volta Redonda com 5,6%, Pinheiral com 33,32% e Piraí com uma parcela de 61,08%, ocupando uma área de 9.817ha e pertencendo à bacia hidrográfica do Rio Paraíba do Sul, situando-se a margem esquerda do mesmo.

O Ribeirão Cachimbal é o principal rio da microbacia, que tem sua nascente localizada no município de Piraí-RJ e sua foz no município de Pinheiral-RJ, Atualmente esta microbacia sofre constantes intervenções e pressões da comunidade residente em seu entorno, principalmente dos bairros localizados no município de Pinheiral e no distrito de Arrozal, pertencente à Piraí-RJ (CBH-MPS, 2016a).

O atlas das microbacias da região hidrográfica do médio paraíba do sul elaborado pelo CBH-MPS (2016a) afirma que as principais atividades e formas de utilização do solo na microbacia do Ribeirão Cachimbal são: Pastagens (28,32Km<sup>2</sup>), Florestas (20,98Km<sup>2</sup>), Área Urbana (1,66Km<sup>2</sup>), Silvicultura (5,44Km<sup>2</sup>), Culturas temporárias (1,30Km<sup>2</sup>), Corpos d'água (0,007Km<sup>2</sup>). Portanto, essa microbacia constitui-se predominantemente de uma paisagem composta de pastagens com pequenas manchas de área florestal e silvicultura, conforme demonstra o mapa em anexo (ANEXO I).

### **3.4 Saneamento Básico**

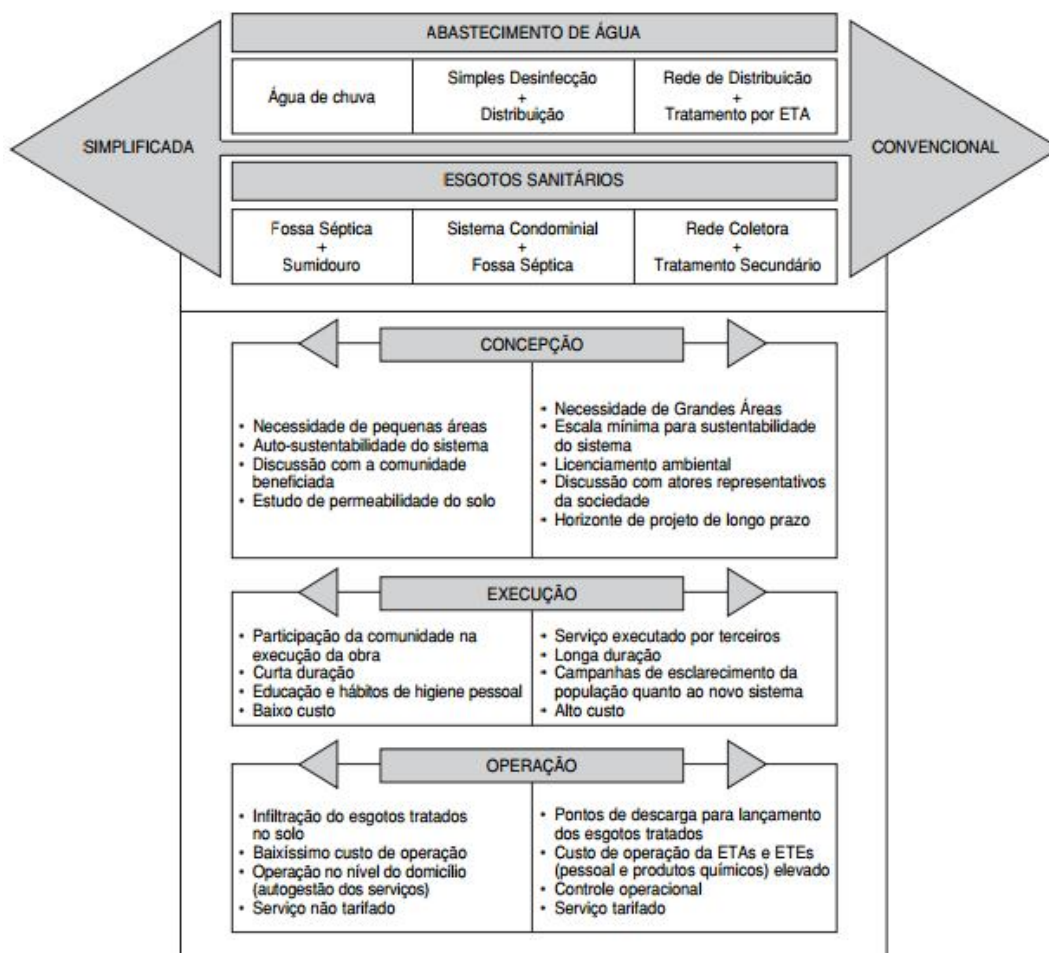
O saneamento básico é um direito assegurado no Brasil pela Constituição Federal, e é definido na Lei Federal nº. 11.445/2007 basicamente como um conjunto de atividades que abrangem a implantação de tecnologias empregadas para garantir o abastecimento de água, a coleta e tratamento do esgoto, limpeza urbana e a gestão dos resíduos, todos realizados de forma adequada para assegurar à saúde da população e a qualidade do meio ambiente (BRASIL, 2007).

### 3.5 Formas de Tratamento para a Água e para o Esgoto

Existem diversas alternativas simples, de baixo custo e com capacidade para o tratamento e abastecimento de água e esgotamento sanitário, que atualmente são utilizadas em todo país (JUNIOR GALVÃO, 2009).

A Figura 06 apresenta uma breve comparação entre alguns dos sistemas de tratamento simplificados e convencionais, levando em conta a concepção, execução e operação dos mesmos.

**Figura 06:** Tecnologias para o tratamento da água e do esgoto e suas etapas de implementação.



Fonte: JUNIOR GALVÃO, 2009.

### 3.5.1 Tratamento de água

Os sistemas de abastecimento de água são fundamentais para melhorar a qualidade de vida da população, assim como para seu desenvolvimento econômico e social. Contudo, esses sistemas exercem grande impacto sobre a disponibilidade de água, devido a relevante quantidade extraída, e conseqüentemente consumida pela população e pelo setor industrial (CBH-MPS, 2013).

Na Bacia Hidrográfica do Médio Paraíba do Sul, 84% da população recebe esse tipo de serviço, e utiliza para abastecimento dos municípios  $10.798.000\text{m}^3 \cdot \text{ano}^{-1}$  de água. Nesta região 93% da água é tratada em ETA- Estações de Tratamento de Água e 7% por desinfecção (CBH-MPS, 2013).

Segundo a Funasa (2014), diversas propriedades do país possuem abastecimento coletivo de água para consumo, porém a maior parte delas não realiza nenhum tratamento nesta água antes do consumo humano, apesar da Portaria nº 2.914 de 12 de dezembro de 2011 do Ministério da Saúde, deliberar sobre a obrigatoriedade do tratamento por processo de desinfecção ou por meio da cloração.

Existem diversos fatores que influenciam de forma direta na carência de tratamento da água destas propriedades, dentre eles: falta de conhecimento da legislação vigente, desconhecimento de tecnologias existentes, custo dos materiais e dos produtos de desinfecção, ausência de pessoal qualificado e da presença do poder público para auxiliar no tratamento adequado, e precariedade do sistema de água (FUNASA, 2014).

Ainda segundo a Funasa (2014) a desinfecção é fundamental no tratamento da água, pois tem o intuito de inativar e prevenir o crescimento de microrganismos patogênicos por meio de agentes físicos e/ou químicos. Esses microrganismos somente podem ser vistos com auxílio de microscópio pois são bactérias, vírus, fungos e protozoários. Parte deles não causam nenhum mal à saúde humana, contudo grande parte pode ocasionar doenças aos seres humanos e animais, estes são os denominados patogênicos. A maior parte dos microrganismos são transportados pela água e por essa razão é que a água consumida deve receber alguma forma de tratamento adequada.

### **3.5.1.1 Clorador**

A cloração é um processo básico de tratamento de água, que consiste em empregar produtos químicos à base de cloro, com intuito de inativar os microrganismos patogênicos presentes na água. O cloro é um excelente oxidante, capaz de reagir com uma grande quantidade de substâncias orgânicas e inorgânicas normalmente presentes na água (FUNASA, 2014).

Segundo a Funasa (2014) existem diversos equipamentos que podem ser utilizados no processo de cloração da água, e sua empregabilidade varia de acordo com a complexidade de cada sistema. Dentre eles, vale destacar: os dosadores de nível constante, clorador de pastilha, bombas dosadoras elétricas de diafragmas ou de pistão, geradores de hipoclorito hidrojetores a vácuo, sistemas automatizados, etc.

Para atender à necessidade das pequenas propriedades rurais, a Embrapa Instrumentação - SP desenvolveu um clorador simplificado que não necessita de instalações elétricas para seu funcionamento. Sua constituição é basicamente com materiais hidráulicos (tubos e conexões) que estão disponíveis facilmente no comércio local.

### **3.5.2 Tratamento de esgoto**

O lançamento de efluentes domésticos ou industriais nos corpos hídricos é uma das causas principais de contaminação e poluição da qualidade da água nos rios. Sendo assim, a coleta e posterior tratamento destes efluentes são essenciais para garantir a qualidade de vida da população, a qualidade da água na bacia hidrográfica e o desenvolvimento econômico-social da região (CBH-MPS, 2016b).

#### **3.5.2.1 Fossa séptica biodigestora**

A fossa séptica biodigestora, é uma tecnologia baseada na biodigestão anaeróbia dos rejeitos. Foi proposta com o objetivo de substituir as fossas rudimentares, que apresentavam relevante potencial de contaminação do solo e do lençol freático (GALINDO *et al.*, 2010). Esses processos de tratamento biológicos

tem o intuito de remover principalmente a matéria orgânica, por meio de contato efetivo com microrganismos, que utilizam a matéria orgânica como alimento, convertendo a mesma em gás carbônico, material celular e água, por fim há a liberação de metano devido às condições anaeróbias propostas pelo sistema (VON SPERLING, 2005 *apud* SILVA, 2014).

Faustino (2007) afirma que o processo anaeróbio é tão eficiente que está presente desde simples fossas sépticas, até grandes estações de tratamento automatizadas, sempre com propósito de reduzir um percentual significativo de microrganismos patogênicos, de reduzir os sólidos voláteis, e de estabilizar substâncias instáveis presentes no esgoto.

Já GALINDO *et al.*, (2010) ressalta que a fossa séptica biodigestora onde ocorre a biodigestão anaeróbia, deve tratar unicamente o esgoto proveniente do vaso sanitário, não podendo ser incorporado qualquer outro resíduo.

Galbiati (2009 *apud* Otterpohl, 2014) define águas negras como sendo “águas residuárias provenientes dos vasos sanitários, contendo basicamente fezes, urina e muitas vezes papel higiênico”. A literatura considera diversas vezes como águas negras também a água proveniente da cozinha, isto porque ela contém altas concentrações de matéria orgânica e de gorduras e óleos (Rebouças *et al.*, 2007).

A interligação direta da fossa séptica biodigestora exclusivamente ao vaso sanitário, deve-se ao fato de que esse tipo de fossa propõe a decomposição dos dejetos por meio da ação de microrganismos, e a água proveniente do chuveiro e da pia, por conterem sabão e detergente, podem interferir no processo de biodigestão, e causar até a morte destes microrganismos (NOVAES *et al.*, 2002). Esse tipo de fossa séptica apresenta diversos benefícios em relação às fossas convencionais, conforme abordado por Novaes *et al.* (2006), dentre eles vale destacar a grande reciclagem dos dejetos em conjunto com a vedação hermética. O Quadro1 compara as principais características da fossa séptica, da fossa negra, e da fossa séptica biodigestora.

**Quadro 1**– Comparação entre as opções de fossas existentes para o tratamento do esgoto, destacando algumas características selecionadas.

	Fossa Rudimentar	Fossa Séptica	Fossa séptica Biodigestora
Contaminação águas superficiais	Sim	Não	Não
Contaminação águas subterrâneas	Sim	Não	Não
Necessidade de retirar os dejetos	Sim/Não*	Sim	Não
Efluente reciclável	Não	Não	Sim
Todo esgoto doméstico	Sim	Sim	**Não
Proliferação de vetores	Sim	Sim	Não
Odor desagradável	Sim	Sim	Não
Vedação hermética	Não	Não	Sim

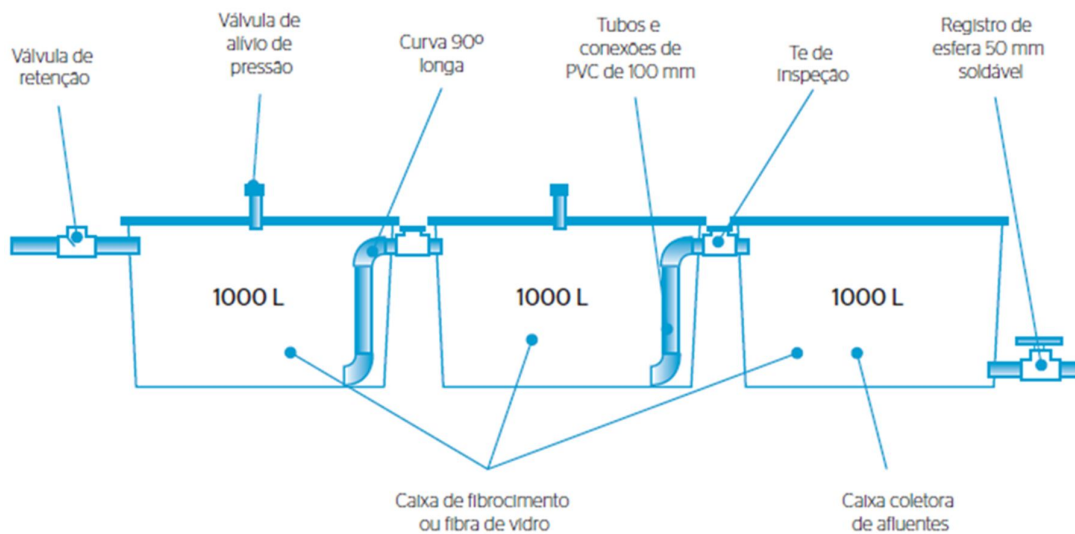
\*Depende do tipo de solo: solos arenosos o material percola e não há necessidade;

\*\*A fossa séptica biodigestora, ao contrário das outras, só trata o esgoto proveniente do vaso sanitário. Esgoto de ralos, tanques e pias não são coletados.

Fonte: COSTA *et al.*, 2014.

Além disso, vale destacar que a fossa séptica biodigestora apresenta uma benfeitoria em relação às outras, esta mantém as caixas vedadas para trabalhar sob um processo de biodigestão anaeróbio, o que não impede a manutenção do sistema que ocorre por meio da recolocação de uma mistura com esterco bovino fresco mensalmente na “válvula de retenção” conforme ilustrado na Figura 07 (COSTA, 2014).

**Figura 07:** Disposição da fossa séptica biodigestor



Fonte: GALINDO *et al.*, 2010.

### 3.5.2.2 Jardim Filtrante

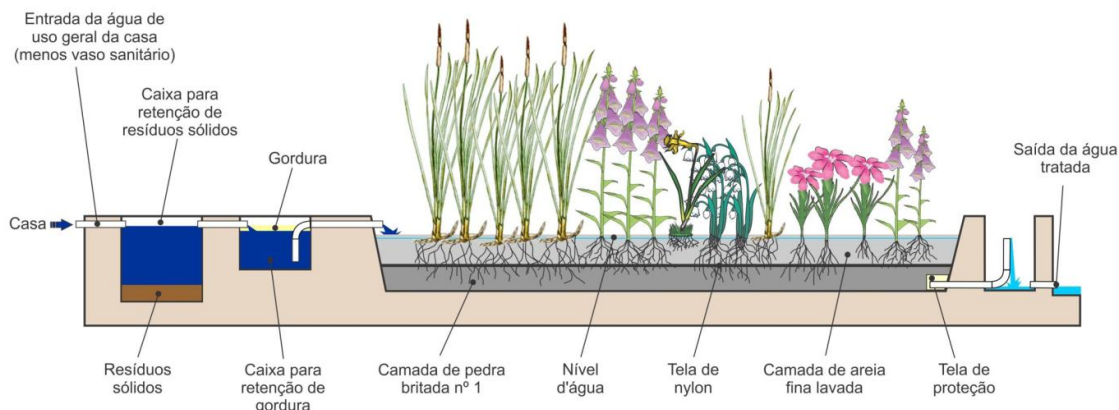
O Jardim Filtrante também é uma tecnologia desenvolvida pela Embrapa Instrumentação - SP (2013) em parceria com outras instituições, com intuito de tratar o esgoto doméstico conhecido como “águas cinzas”, provenientes do chuveiro, de pias, máquinas de lavar roupas e tanques, esses são ricos em detergentes, sabões, restos de alimentos e gorduras (OSCIP, 2017).

Águas cinzas são definidas por Silva (2014b) como “qualquer água residual resultante de ações domésticas”, que compõem cerca de 50% a 80% do esgoto gerado nas residências, e diferencia-se da Água Negra pela quantidade e composição de contaminantes biológicos e dos produtos químicos empregados. O mesmo autor afirma ainda, que caso não haja interesse para reaproveitamento das “águas cinzas”, após passar pelo tratamento no jardim filtrante, esta estará livre de contaminantes e pode ser descartada de maneira adequada no ambiente.

O jardim filtrante é uma tecnologia que exige pouca manutenção, pois é composto basicamente de uma caixa de retenção de resíduos sólidos (onde ocorre a

decantação), uma caixa para retenção de gordura e um lago onde são dispostas plantas aquáticas, como mostra a Figura 08 (PEREIRA, 2013).

**Figura 08:** Esquema proposto para implantação do jardim filtrante contendo plantas aquáticas.



Fonte: EMBRAPA, 2013.

A Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (2013) afirma que as plantas utilizadas nesta tecnologia agem como absorventes dos nutrientes e da maior parte dos contaminantes encontrados no esgoto.

### 3.5.2.2 Círculo de bananeiras

O círculo de bananeiras é outra alternativa de tecnologia ambiental simples e eficiente que pode ser utilizada como destino final adequado para as águas cinzas (MAGRI, 2017). Esta tecnologia encontra-se atualmente em estudo, porém já foi implantada em diversas propriedades rurais.

É composta basicamente de uma vala arredondada, escavada no solo formando uma bacia, como mostra a Figura 09. Em seu entorno são introduzidas mudas de bananeiras ou outras espécies de plantas, que possuam altas taxas de evapotranspiração como: mamão, taioba, copo de leite e o papiro (TIMM, 2016).

**Figura 09:** Esquema proposto para implantação do círculo de bananeiras.



Fonte: LEAL, 2016.

Timm (2016) afirma que as águas cinzas são absorvidas pelas bananeiras, servindo como nutrientes para as mesmas. Magri (2016) destaca ainda que essas espécies são capazes de evapotranspirar até 20L de água por dia, o que auxilia muito no funcionamento adequado do sistema.

O sistema é preenchido com diferentes materiais de origem orgânica e a superfície pode ser coberta com uma camada de folhas secas. Esse material orgânico é essencial, pois é rico em carbono e é poroso, permitindo assim um equilíbrio e a decomposição adequada das águas cinzas (MAGRI, 2017).

## **4. METODOLOGIA**

A monografia aqui apresentada é de natureza aplicada, com abordagem de dados qualitativa e com objetivo exploratório. No que se refere aos procedimentos técnicos adotados, o projeto de pesquisa é fundamentado inicialmente em pesquisas bibliográficas que priorizam artigos científicos, livros, publicações técnicas, e também, em pesquisa ação para resolução do problema que pertence à coletividade.

Em um segundo momento, foi realizada a aplicação de um questionário (Apêndice I) com os moradores da comunidade, e o registro fotográfico da área de estudo (apresentado no item 5. Resultados e discussões), com o intuito de promover o levantamento de dados reais e caracterizar os problemas de saneamento da área de estudo.

### **4.1 Determinação das propriedades estudadas**

Do universo das propriedades do município de Pinheiral, foram selecionadas cinco, com base na facilidade de contato com seus proprietários e acesso às mesmas, e aos sistemas de tratamento de esgoto já implantados pelos proprietários.

### **4.2 Caracterização socioambiental das propriedades estudadas**

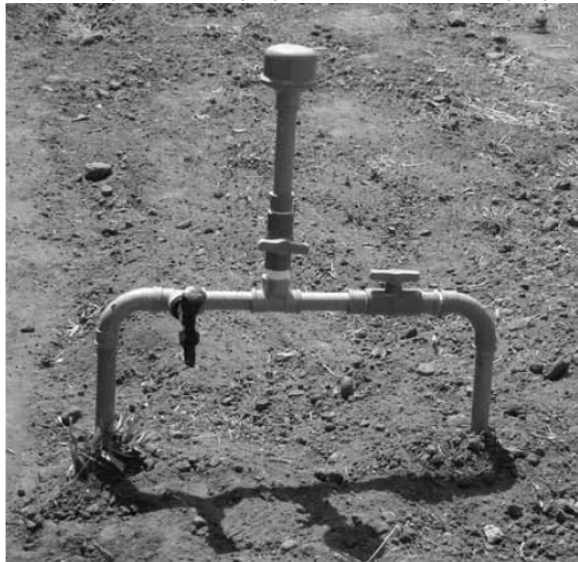
A caracterização foi realizada em setembro de 2017, por meio da aplicação de um questionário e da realização de um registro fotográfico, que avaliou as condições de saneamento das propriedades, localizadas basicamente nos bairros Km 03 e Km 06 do município de Pinheiral - RJ.

### **4.3 Tecnologia proposta para tratamento de água potável**

O Clorador é o sistema proposto nesta monografia para o tratamento de água potável, e tem como base, a proposta desenvolvida pela EMBRAPA Instrumentação - SP.

O clorador (Figura 10) é uma tecnologia muito utilizada para clorar a água das caixas d'água nas propriedades rurais, atendendo às necessidades destas comunidades, pois possui um custo relativamente baixo para aquisição dos materiais e por ser facilmente instalável, podendo ser montado pelo próprio proprietário (SILVA, 2014a).

**Figura 10:** Clorador desenvolvido pela Embrapa já instalado em uma propriedade rural.



Fonte: SILVA, 2014a.

Segundo a Embrapa (2017) uma das principais dificuldades encontradas para clorar a água para o abastecimento doméstico em pequenas comunidades é o acesso à caixa d'água, onde o cloro deve ser adicionado. A Figura 11 mostra que o sistema foi desenvolvido para aproveitar a própria energia hidráulica já existente e assim transportar o cloro até a caixa de água das propriedades.

**Figura 11:** Instalação do clorador de água desenvolvido pela Embrapa com destaque para seus componentes.



Fonte: EMBRAPA, 2017.

### 4.3.1. Passos para a implantação do sistema

#### 1º. Higienização da caixa de água

Antes da primeira aplicação de cloro é essencial a lavagem adequada da caixa d'água para remoção de resíduos presentes na mesma. Essa lavagem pode ser efetuada utilizando sabão em pó ou detergente. A caixa deve ser completamente cheia com água, e permanecer assim pelo menos por 30 minutos, e em seguida, deve ser completamente esvaziada. Esse procedimento auxilia na desinfecção da tubulação e das conexões (SILVA, 2014a).

#### 2º. Instalação

Silva (2014a) esclarece que o clorador deve estar instalado entre a entrada de captação de água e o reservatório da casa.

#### 3º. Aplicação de Cloro

O cloro necessita ser aplicado na proporção ideal para não afetar a saúde da população, mas eliminar a contaminação existente na água. Para aplicação adequada de cloro, Silva (2014a) aconselha utilizar uma colher rasa de café por dia, como ilustrado na Figura 12, para propriedades que contém uma caixa d'água de 1.000L. A adição deve ser realizada diariamente, pois o cloro tem seu efeito de combate aos patógenos diminuído após 24 horas da aplicação. Nestes casos o mais adequado é aplicação de cloro granulado (hipoclorito de cálcio 65%), pois o mesmo possui comprovada eficiência para eliminar os microorganismos, não fornece sabor forte à água, e é um produto encontrado com grande facilidade no comércio local (SILVA, 2014a).

**Figura 12:** Colher contendo cloro na forma granulada



Fonte: SILVA, 2014a.

Vale destacar que se a caixa d'água possuir volume diferente do abordado neste trabalho, deve ser aplicada uma quantidade de cloro maior ou menor, sempre proporcional a esse volume de água.

#### 4.3.2 Passos para a operação do Clorador

Para montar corretamente o clorador alguns passos devem ser seguidos conforme o quadro 2, acompanhados na Figura 13, e repetidos diariamente pela manhã.

**Quadro 2:** Sequência adequada para aplicação de cloro diariamente no clorador desenvolvido pela EMBRAPA.

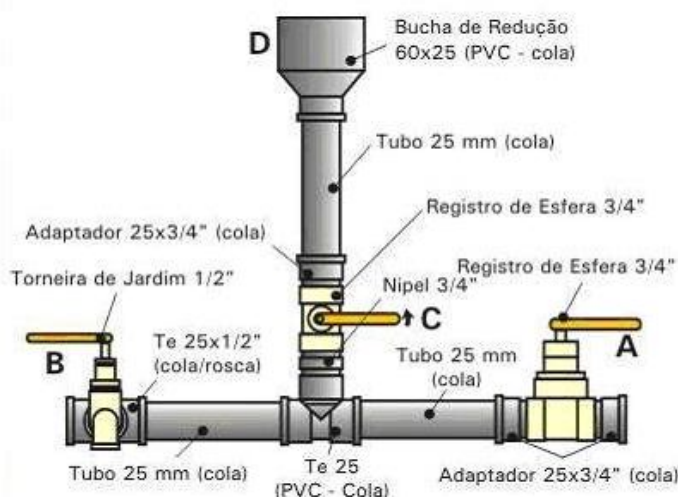
Sequência	Procedimentos
1º	Feche o registro da entrada de água representado pela letra A
2º	Abra a torneira representada pela letra B, com intuito de aliviar a pressão na tubulação. Assim que a água parar de escorrer pelo tubo feche a torneira B.
3º	Em seguida abra o registro representado pela letra C e entorne bem lentamente com cuidado (uma colher de café) de cloro. *
4º	Após lave o receptor do clorador (representado pela letra D) com água e feche o registro (letra C).
5º	Por fim abra o registro da entrada de água (B) e o (A) para que o cloro atinja a água do reservatório. **

\*Essa quantidade satisfaz o reservatório que comporta até 1000 litros de água.

\*\*Cerca de 30 minutos após realizar esse procedimento a água estará pronta para uso.

Fonte: SILVA (2014a), adaptado pelas autoras.

**Figura 13:** Componentes do clorador.



Fonte: EMBRAPA, 2017.

O proprietário pode utilizar a água do clorador para o trato dos animais seguindo os mesmos procedimentos propostos para consumo humano.

Vale ressaltar que esse tipo de clorador não substitui o filtro de água, pois este não é capaz de remover grande parte do material sólido presente na água. Para melhorar ainda mais a eficiência do sistema de desinfecção, sugere-se a aquisição do filtro de talha (vela) que contém carvão ativado, este é capaz de reter o cloro residual que foi aplicado da água, minimizando o gosto e possíveis males causados pelo cloro (SILVA, 2014a).

#### 4.4 Tecnologias propostas para tratamento de esgoto

##### 4.4.1. Fossa séptica biodigestora

###### a) Abrangência

O sistema proposto nesta monografia para implantação da fossa séptica biodigestora tem como base pesquisas e trabalhos desenvolvidos pela Embrapa Instrumentação-SP, e atende a uma residência onde moram até cinco pessoas.

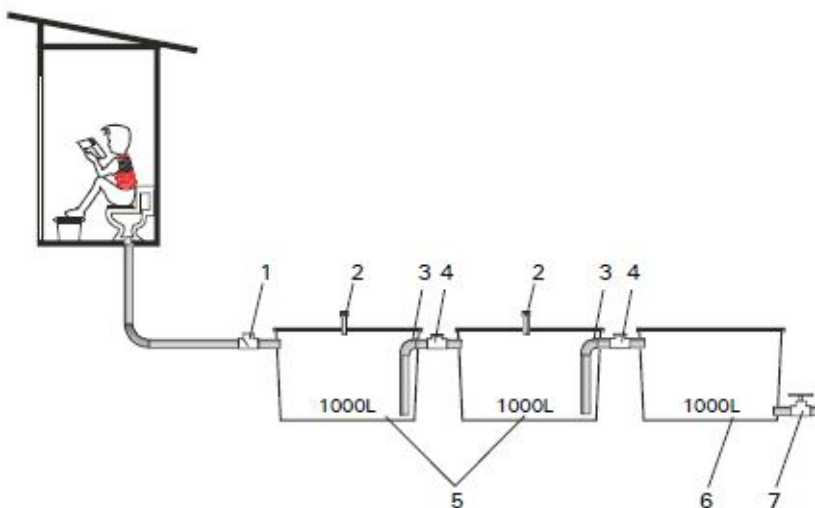
Galindo *et al.*, (2010, p.10) afirma que “o tamanho das caixas deve ser proporcional ao número de moradores da casa. Em uma casa onde moram mais de 5 pessoas, pode-se utilizar 6 caixas de 1000 litros ou 3 caixas de 2000 litros.”

#### b) Instalação

A Figura 14 demonstra a composição da fossa séptica biodigestora proposta, que compreende primeiramente duas caixas de 1000L cada, podendo ser de fibrocimento ou fibra de vidro (representada pelo número 5 da Figura 15) e uma terceira, de 1000L, que serve para coleta do efluente residual.

Segundo Novaes *et al.*, (2002) as caixas devem estar conectadas somente ao vaso sanitário e suas tampas devem estar bem vedadas. Tais caixas devem ser unidas por tubos e conexões de PVC de 4" com curva 90° no interior das caixas, como mostra o número 3 na Figura 15.

**Figura 14:** Composição da fossa séptica biodigestora desenvolvida pela Embrapa. Destaque para válvula de retenção (1), válvula de alívio (2), tubos de PVC (3 E 4), registro (7) e caixas de cimento, amianto ou plástico (5 e 6).



Fonte: NOVAES *et al.*, 2002.

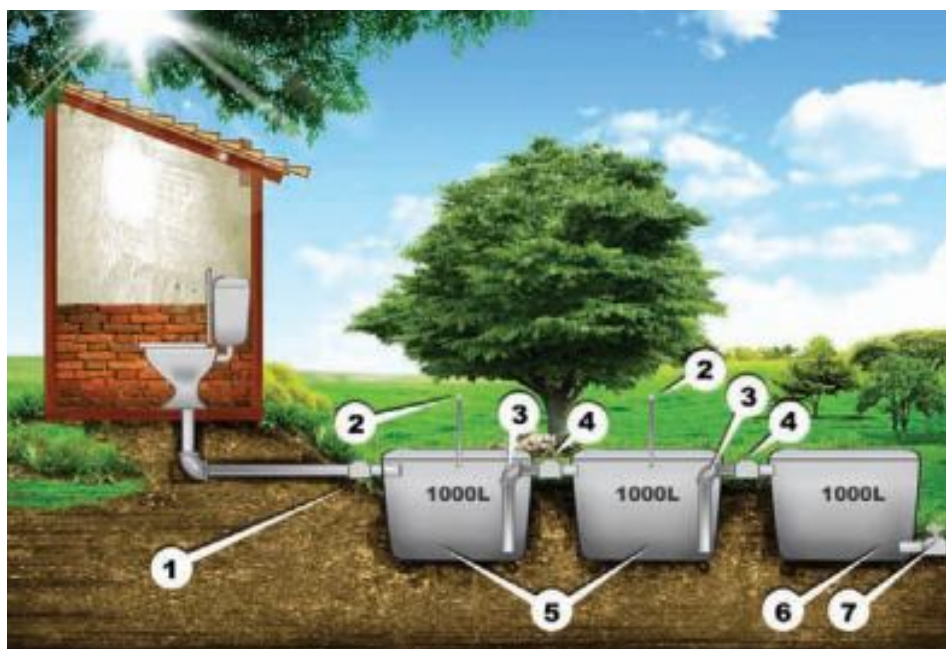
Não existe medida pré-estabelecida para instalação da primeira caixa, Galindo *et al.*, (2010) sugere 3 a 5 metros (evitando assim longas distâncias), pois os resíduos gerados no vaso sanitário podem realizar um processo de fermentação na tubulação, antes de chegar na primeira caixa do sistema, podendo gerar

liberação de odores desagradáveis. Além disso, recomenda que a instalação da fossa seja no período de seca da região onde será implantada (evitando o período de chuva, em que o solo pode encharcar e as caixas podem boiar na lama formada), que ela seja cercada (para evitar a entrada de pessoas ou animais que possam danificar as tampas) e que as três caixas estejam com um declive de 1° a 2°. Caso não seja possível podem ser interligadas no mesmo nível.

Já Novaes *et al.*, (2002) sugere que o sistema fique preferencialmente enterrado no solo, como na Figura 14, pois contribui para o isolamento térmico.

As bordas que contém a tampa das caixas d'água devem estar sempre a cerca de 5 cm acima do solo, com intuito de evitar que água da chuva entre no sistema e interfira na fermentação (GALINDO *et al.*, 2010).

**Figura 15:** Estrutura proposta para a séptica biodigestora fossa.



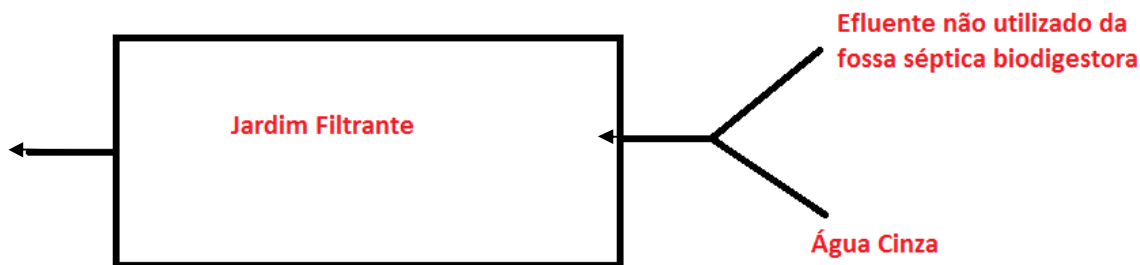
Fonte: FUNDAÇÃO BANCO DO BRASIL, 2010.

Legenda da Figura 15:

1. Válvula de retenção;
2. Chaminé de alívio (suspiro);
3. Curva de 90°;
4. "T" de inspeção;
5. Caixa de 1.000 ml;
6. Caixa de 1.000 ml;
7. Registro.

A fossa séptica biodigestora terá ainda uma conexão, por meio de tubulações, após a saída do efluente tratado (na terceira caixa) com o jardim filtrante ou com o círculo de bananeiras, conforme mostra a Figura 16, o que contribui ainda mais para descontaminação do efluente.

**Figura 16:** Esquema representativo do sistema de tratamento de esgoto proposto



Fonte: Elaborado pelas autoras, 2017.

### c) Preparação das caixas

Para instalação do sistema de fossa séptica biodigestora podem ser utilizadas caixas de concreto ou caixas de fibra de vidro, essas devem ser perfuradas para passagem dos tubos e conexões (FUNDAÇÃO BANCO DO BRASIL, 2010).

A Fundação Banco do Brasil (2010, p.16) fornece as seguintes recomendações para realizar as perfurações nas caixas:

As duas primeiras caixas devem conter um furo de entrada e um furo de saída, ambos no topo, cada um com 100 milímetros de diâmetro. A última caixa deve conter o furo de entrada no topo e o furo de saída na base, sendo que esse último deve apresentar diâmetro de 50 milímetros. Esse último furo não deve ser feito quando não houver o desnível do terreno. Nesse caso, o biofertilizante será retirado pela tampa com o uso de balde ou outro utensílio.

Galindo *et al.*, (2010) afirma que para garantir uma boa impermeabilização é necessário aplicação de tinta asfáltica (Neutrol ou produto similar) nas laterais externas das caixas.

#### d) Escavação do solo

A Fundação Banco do Brasil (2010) recomenda escavar o solo para implantação das três caixas conforme as seguintes dimensões: 5m de comprimento, 1,5m de largura e 80 cm de profundidade. Esse volume pode ser alterado conforme o tamanho da caixa e devido a desníveis no terreno, por isso há necessidade primeiramente de determinar as dimensões das caixas que serão utilizadas.

O solo deve permanecer completamente aderido às laterais das caixas d'água com intuito de inibir o acúmulo de água da chuva, que poderia influenciar na temperatura no interior das mesmas, e assim danificar o processo de digestão dos dejetos (FUNDAÇÃO BANCO DO BRASIL, 2010).

#### e) Vedação

As conexões e a tubulação são vedadas na união com as caixas, por meio de cola de silicone. As bocas das conexões de saída do efluente (sifão) devem ser dispostas a cerca de 5 cm do fundo das caixas, como mostra a Figura 17 (sifão formado por cotovelo e tubulações longas de 4 polegadas).

**Figura 17:** Aplicação da tubulação nas caixas de água da fossa séptica biodigestora



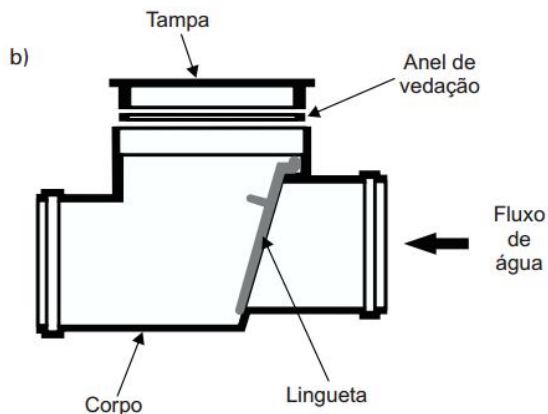
Fonte: GALINDO *et al.*,2010.

#### f) Preenchimento das caixas

Novaes *et al.*, (2002) sugere inicialmente misturar 50% de água com 50% esterco bovino (fresco) e adicionar ao sistema 20 L desta mistura. Essa aplicação tem a finalidade de contribuir para uma maior atividade microbiana que consequentemente aumentará a eficiência do sistema. Esse procedimento deve ser repetido mensalmente com a adição de 10 L da mistura, por meio da válvula de retenção ilustrada na Figura 18. Essa alimentação regular é fundamental para evitar a morte das bactérias por falta de fezes e urina.

O esterco bovino reúne bactérias do tipo: pectinolítica, hemicelulolítica, celulolíticas, amilolítica e ureolítica, que contribuem para grande eficiência do sistema proposto (PEREIRA, 2013).

**Figura 18:** Ilustração dos componentes da válvula de retenção.



Fonte: GALINDO *et al.*, 2010.

#### g) Válvula de retenção

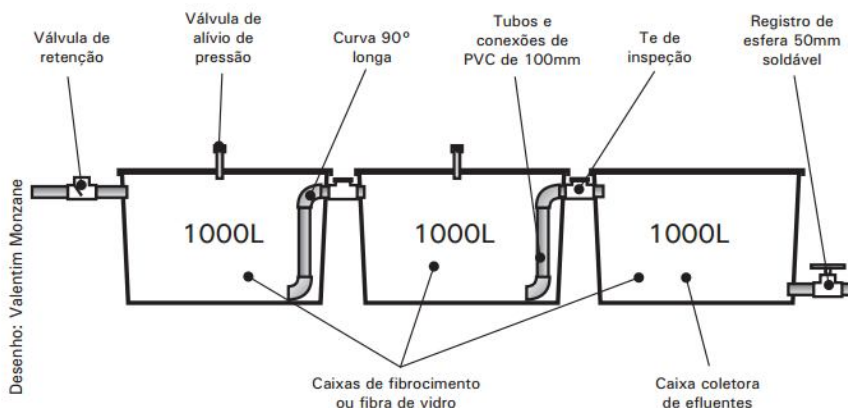
Essa válvula é implantada antes da primeira caixa do sistema, e serve também para evitar refluxos de esgoto. Os efluentes gerados devem permanecer dentro das caixas por no mínimo 25 dias (tempo suficiente para realização de uma biodigestão eficiente e completa), para evitar variações de temperatura no sistema, ocasionada pelo seu menor volume que pode interferir na ação dos microorganismos responsáveis pela reciclagem dos dejetos (GALINDO *et al.*, 2010).

Ao passar pela válvula de retenção, a mistura é direcionada para a primeira caixa, nesta os dejetos fermentam e ocasionam a mortandade de aproximadamente 70% dos micróbios e vermes presentes, os microrganismos restantes são eliminados na segunda caixa. Esse processo promove a liberação do gás metano (FUNDAÇÃO BANCO DO BRASIL, 2010).

#### h) Válvulas de alívio

Para a descarga do gás metano (incolor) acumulado no sistema propõem-se a implantação de duas válvulas de alívio, demonstradas na Figura 19, estas têm a finalidade de impedir que a pressão aumente no interior do sistema. Já a coleta do efluente final deve ser realizada por meio do registro de esfera que contém 50 mm, instalado na caixa coletora (GALINDO *et al.*, 2010).

**Figura 19:** Esquema do sistema de fossa séptica biodigestor



Fonte: GALINDO *et al.*, 2010.

Como mostrado na Figura 20 o sistema de alívio, é um pequeno tubo confeccionado em PVC de aproximadamente  $\frac{1}{2}$  polegada, este tubo é interligado à tampa da caixa d'água por um flange e fechada com um "cap" também de  $\frac{1}{2}$  polegada, que pode ter dois ou três furos. O cap pode ser perfurado com um prego aquecido ou uma broca (GALINDO *et al.*, 2010).

**Figura 20:** Sistema de Alívio.



Fonte: GALINDO *et al.*, 2010.

i) T de inspeção

O T de inspeção são compartimentos tampados com cap's que são utilizados em caso de emergência para permitir o desentupimento de parte do sistema, sem necessidade de desmontá-lo ou sem ter que abrir as tampas (NOVAES *et al.*, 2002).

j) Higienização do vaso sanitário

A higienização adequada do vaso sanitário garante a sobrevivência dos microrganismos. Sendo assim pode-se utilizar no vaso sanitário álcool, detergentes e sabões, e nunca cloro ou água sanitária (porque eles matam os microrganismos). O papel higiênico não deve ser disposto no vaso, para evitar entupimento da tubulação. A adição de deve ser realizada de forma que não atrapalhe biodigestão (GALINDO *et al.*, 2010).

k) Higienização das caixas de água

A higienização da fossa séptica necessita ser realizada anualmente, contudo esta não deve ser completa, pois há necessidade de pelo menos 25 L de lodo como

inoculo. Este, permite que a degradação da matéria orgânica ocorra com mais facilidade nas próximas entradas de efluente na fossa séptica (BATALHA, 1989).

#### **4.4.2 Jardim Filtrante**

Para a instalação do Jardim filtrante deve-se priorizar a utilização de materiais de baixo custo e a implantação de plantas nativas ou facilmente adaptáveis à região Sul Fluminense.

Vale destacar ainda que todo esgoto gerado na residência deve estar interligado ao Jardim Filtrante, exceto o proveniente do vaso sanitário, que estará ligado primeiramente à Fossa Séptica Biodigestora.

##### **a) Preparação**

A Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias (2013) recomenda que o local para instalação do jardim filtrante seja próximo a propriedade e que seja implantado em um nível abaixo de onde encontra-se a casa (abaixo da saída da tubulação de esgoto) para que facilite o fluxo do efluente.

Valentin (1999) afirma em seus estudos que:

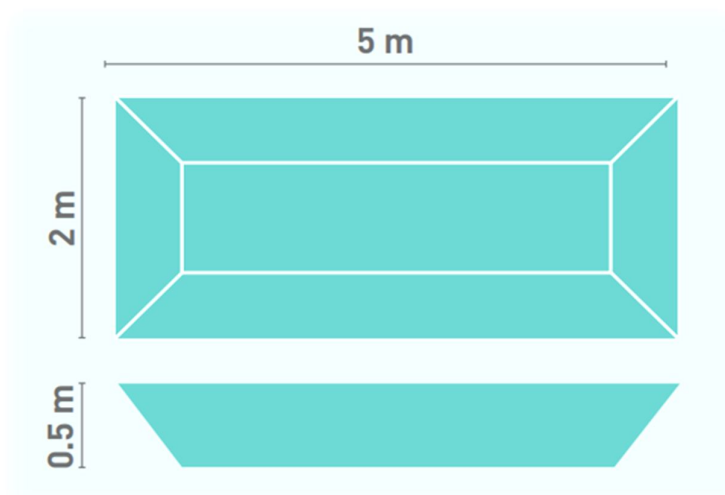
Devido à topografia do terreno, em alguns casos, existe a necessidade do uso de bombas elétricas para conduzir o efluente até a ETE, isso ocorre quando as alternativas de condução não ofereçam o caimento mínimo necessário, ou quando a fossa séptica está abaixo do nível da ETE. Quando não houver a necessidade do uso de bombas, o sistema todo funciona sem gasto de energia e utiliza a gravidade como força motriz para conduzir o efluente, com isso o sistema torna-se de baixo custo e com pouquíssima manutenção.

A Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) citada acima por Valentin (1999) faz referência às condições para instalação do Jardim Filtrante.

Silva (2014a) recomenda que na construção do Jardim Filtrante seja adotado um padrão de dois metros quadrados de área por morador. Sendo assim, para o tratamento dos efluentes de uma propriedade rural de até cinco pessoas, serão necessários 10 metros quadrados de área, e deverá ser realizada uma perfuração no solo de 50 cm de profundidade, como demonstrado na Figura 21. Em todos os

casos o tanque necessita ser mais comprido do que largo para maior eficiência do sistema.

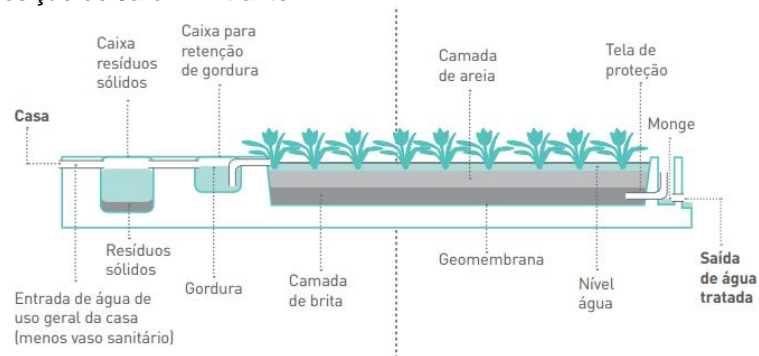
**Figura 21:** Dimensões sugeridas para o tanque do Jardim Filtrante de uma propriedade de até cinco pessoas.



Fonte: INICIATIVA VERDE, 2014.

O sistema é composto de uma caixa de decantação que pode variar de 50 até 100 litros, uma caixa de gordura e um tanque para dispor as plantas aquáticas. As tubulações da casa devem ser interligadas ao sistema para receber o esgoto proveniente do chuveiro, das pias, e dos locais de lavagem de roupas. A entrada e saída das tubulações do sistema são fixadas em pontos opostos da caixa para que a o efluente entre por cima (na camada de areia) e saia por baixo. A tubulação de saída é fixada na parte baixa (na camada de brita) como mostra a Figura 22. Por fim o efluente tratado passa em um monge que é responsável por controlar o nível de água (SILVA, 2014a).

**Figura 22:** Disposição do Jardim Filtrante



Fonte: INICIATIVA VERDE, 2014

Após instalação do sistema o mesmo deverá ser interligado à tubulação da casa e o líquido resultante do sistema já tratado, pode ser descartada em córregos ou no solo.

#### b) Impermeabilização

A técnica de impermeabilização tem a finalidade de impedir qualquer forma de contaminação no solo ou nos recursos hídricos proveniente do contato do efluente com o solo. A aplicação da técnica se faz possível pelo fato de que as lagoas podem estar localizadas em regiões com lençol freático elevado e próximo a córregos (MEUCCI, 2014).

Silva (2014a) indica para melhor impermeabilização da cova, cobrir completamente o tanque (fundo e laterais) com uma geomembrana (material plástico) composta de Borracha de Etileno-Propileno-Dieno (EPDM) ou de policloreto de vinil (PVC) como na Figura 23, que em seguida deverá ser protegida por uma membrana tipo geotêxtil.

**Figura 23:** Dimensões sugeridas para o tanque do Jardim Filtrante de uma propriedade de até cinco pessoas.



Fonte: INICIATIVA VERDE, 2014.

#### c) Preenchimento do jardim filtrante

Após a impermeabilização e as conexões da tubulação a literatura recomenda completar a caixa com areia grossa, brita e depois saturar com água, impedindo sempre a formação de lâmina d'água com intuito de evitar a proliferação de mosquitos. Pereira (2013) ressalta que no jardim podem ser utilizadas várias camadas de areia grossa, pedra e brita nº 2 ou 3.

O ideal é manter sempre o nível da água abaixo do nível da areia, este será definido por uma tubulação em forma de cachimbo (saída do sistema). E esta parte do sistema é conhecida popularmente como “monge” (SILVA, 2014a).

#### d) Escolha das espécies

Para garantir a eficiência do sistema é necessário inserir plantas macrófitas aquáticas ou flores, capazes de resistir a ambientes com a presença de muita água, e também remover a poluição da água. A papyrus, inhame, copo-de-leite, helicônia,

lírio-do-brejo, taboa são exemplos de espécies que suportam essas condições, e que durante o seu crescimento promovem a remoção de nutrientes da água, descontaminando a mesma (SILVA, 2014a).

Uma espécie muito empregada devido a fácil adaptação, por serem firmes, duráveis e por crescer na presença de sol intenso, é a *Zantedeschia aethiopica*, conhecida popularmente como copo-de-leite, lírio-do-nilo, cala-branca, jarra ou jarro (JOLY, 1979).

Diversas literaturas sugerem que se utilize espécies nativas da região de onde o sistema será instalado, neste caso espécies como: alface d'água, aguapé. Estas podem conter flores, frutos e folhagens para tornar o ambiente ainda mais agradável e natural.

#### e) Higienização das caixas de água

As caixas de retenção de sólidos e de gordura devem ser limpas constantemente para garantir a manutenção e a eficiência do sistema. O período para limpeza varia conforme a demanda e a quantidade de moradores da propriedade. Já o jardim deve ser podado para evitar que as plantas cresçam de forma descontrolada.

#### f) Descarte do efluente

A última etapa do sistema engloba o descarte do efluente. Silva (2014a) afirma que “análises realizadas pela Embrapa indicam que a água cinza tratada pelo jardim filtrante pode ser descartada diretamente em curso d'água”.

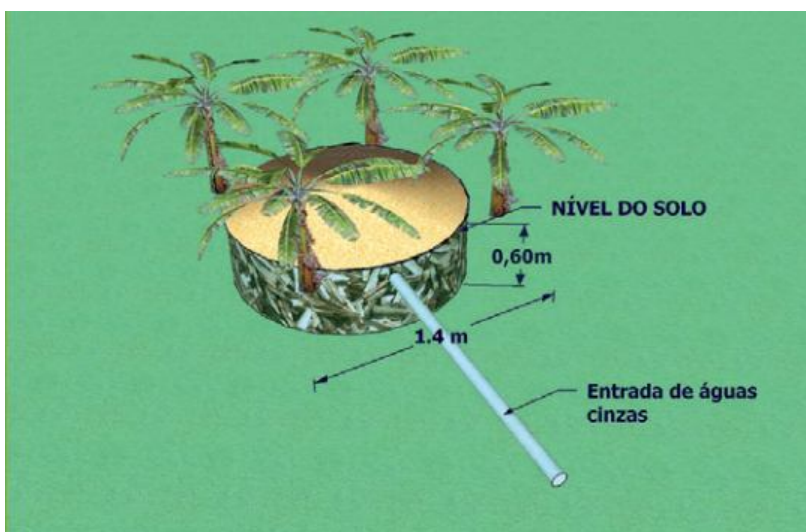
### 4.4.3 Círculo de Bananeiras

Para instalação e funcionamento adequado do sistema denominado círculo de bananeiras, algumas etapas devem ser seguidas conforme a sequência descrita abaixo.

#### a) Preparação da bacia

Para construção deste sistema primeiramente faz-se necessário a escavação do solo em formato arredondado com 0,6m de profundidade e 1,4m de diâmetro, conforme mostra a Figura 24. A conexão do esgoto com o sistema é feita por meio de um tubo de PVC de 100mm de diâmetro, que deve ser recoberto com palha após a instalação, essa cobertura evita a proliferação de insetos e o mau cheiro causado pelo esgoto disposto ao ar livre (LEAL, 2016).

**Figura 24:** Dimensões do círculo de bananeiras.



Fonte: LEAL, 2016.

A tubulação que conduz o esgoto deve conter um joelho de 45° em sua extremidade, com a finalidade de direcionar o efluente para baixo. A mesma não pode ser obstruída para não prejudicar o funcionamento do sistema (TIMM, 2016).

Timm (2016) recomenda ainda, manter 30 cm de altura de borda em torno da vala, formando um obstáculo para proteção do sistema. Tal recomendação tem por objetivo impedir que o escoamento superficial da água da chuva carregue areia para o interior do filtro e cubra a bacia, e também, que o esgoto transborde para fora do sistema em grandes descargas de água.

#### b) Preenchimento da bacia

A bacia deve ser completamente preenchida com palha, folhas, galhos ou troncos, formando assim uma camada de matéria orgânica que irá receber as águas

cinzas. A palha e os galhos são importantes para o sistema, pois auxiliam na retenção dos poluentes, que em seguida se decompõem e são absorvidos pelas plantas juntamente com a água (TIMM, 2016).

Timm (2016) refere-se ao interior do sistema, como sendo um filtro vegetal, “o filtro vegetal funcionará como uma esponja, irá reter a matéria orgânica e nutrientes, funcionando como uma composteira e fornecendo carbono para decomposição dos poluentes”.

#### c) Plantio

Leal (2016) recomenda o plantio de 4 a 6 mudas de bananeira, com um distanciamento de 60 cm da borda da vala. Essa espécie foi escolhida pois possui fácil adaptação em solos úmidos e ricos em matéria orgânica, além de ter a capacidade de evapotranspirar grandes quantidades de água que capta do solo.

#### d) Caixa de gordura

Antes das águas cinzas adentrarem ao sistema é recomendado a implantação e a passagem deste efluente por uma caixa de gordura (Figura 25). Esta é capaz de impedir a passagem de graxas, óleos ou gorduras, que podem causar obstruções na tubulação e impermeabilizar o fundo da bacia, prejudicando todo o funcionamento do sistema (LEAL, 2016).

**Figura 25:** Vista superior da caixa de gordura.



Fonte: LEAL, 2016.

Para esse sistema não há especificações quanto ao tipo de caixa de gordura a ser adotado, neste caso elas podem ser pré-fabricadas ou podem ser construídas, desde que obedecem às determinações da NBR 8160 da ABNT-Associação Brasileira de Normas Técnicas (LEAL, 2016).

#### e) Manutenção

Esse sistema requer pouca manutenção. Basicamente deve ser realizada limpeza periódica da caixa de gordura e a manutenção da adição de material orgânico, para que a mesma fique constantemente coberta conforme mostra a Figura 26 (LEAL, 2016).

**Figura 26:** Bacia completamente coberta com material orgânico.



Fonte: LEAL, 2016.

#### f) Recomendações

Leal (2016), adverte em seus estudos junto a EMATER-MG, que caso o volume de efluente lançado no sistema seja superior a capacidade de recebimento, faz-se necessário a construção de um segundo sistema, interligado ao primeiro. Além disso, recomenda que seja evitado o uso excessivo de produtos químicos nas propriedades, pois essas substâncias são capazes de alterar ou até impedir o funcionamento adequado do sistema.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 5.1 Caracterização socioambiental das propriedades estudadas

O questionário aplicado à comunidade rural do município de Pinheiral detectou que quatro entrevistados possuem no mínimo ensino fundamental incompleto e um entrevistado possui graduação, o que facilita a leitura e compreensão deste trabalho e a futura implantação dos sistemas propostos.

Além disso, todos os entrevistados possuem moradia permanente, vivem há mais de três anos no local, com uma média de cinco moradores por residência, o que condiz com as determinações sugeridas pela Embrapa para implantação das tecnologias aqui propostas.

Grande parte das propriedades são abastecidas com água tratada da Companhia Estadual de Águas e Esgotos do Rio de Janeiro – CEDAE, no entanto essa água não é utilizada para consumo humano. Esse consumo de água por parte das propriedades rurais é realizado principalmente por meio de captação em poços particulares (Figura 27) e em minas da região, o que viabiliza a implantação do clorador.

**Figura 27:** Poço para captação de água de uma propriedade rural no município de Pinheiral.



Fonte: Própria autora, 2017.

No caso do esgoto doméstico, a maior parte das propriedades contém fossas convencionais de alvenaria, onde ao final do sistema o efluente é descartado no solo

ou em afluentes do ribeirão Cachimbal, conforme Figura 28. Esse tipo de sistema contamina o solo e pode afetar até mesmo o lenço freático, caso ele seja mais raso. Sugere-se então que essas propriedades realizem adaptações em seus sistemas para que fiquem com os mesmos princípios de funcionalidade da fossa séptica biodigestora.

**Figura 28:** Esgoto proveniente de fossas convencionais, lançado nos afluentes do ribeirão Cachimbal.



Fonte: Própria autora., 2017.

Uma das propriedades visitadas já fez adaptações em seu sistema de tratamento de esgoto, como mostrado na Figura 29, seguindo as recomendações da Embrapa Instrumentação-SP. Isso foi possível, pois a residência comporta apenas três moradores.

**Figura 29:** Sistema de tratamento de esgotos adaptado no município de Pinheiral, para uma propriedade rural que contém três moradores.



Fonte: Própria autora., 2017.

A propriedade citada anteriormente, também adaptou a tecnologia do clorador substituindo tubulações por mangueiras, o que contribuiu para redução do custo final do sistema (Figura 30).

**Figura 30:** Sistema de tratamento de água adaptado em propriedade rural localizada no município de Pinheiral-RJ.



Fonte: Própria autora., 2017.

Vale evidenciar ainda que todos os entrevistados se disponibilizaram em implantar os sistemas (ou parte deles) aqui propostos em suas residências, mesmo que estes tenham que arcar com os custos destes serviços. No momento da entrevista, os valores totais para implantação dos sistemas ainda não tinham sido determinados.

## 5.2 Composição dos custos dos sistemas propostos

Com intuito de promover uma análise econômica para futura implementação deste projeto, apresenta-se a composição dos custos. Os materiais necessários e os gastos para implementação do clorador, da fossa séptica biodigestora e do jardim filtrante podem ser observados nas tabelas 2, 3 e 4 respectivamente. A composição destes valores foi elaborada no mês de agosto de 2017, a partir de valores reais, cotados em três empresas distintas presentes no próprio município.

Os custos com mão de obra necessária à escavação e implantação dos sistemas, são apresentados na Tabela 5, estes só serão incluídos caso o proprietário não seja capaz de realizar o serviço. Os valores da Tabela 5 são referentes ao mesmo período em que foram analisados os outros custos do estudo.

**Tabela 2:** Materiais necessários para montagem e instalação da tecnologia proposta para tratamento de água potável - Clorador.

Item / Dimensão	Quantidade	Valor Médio Unitário R\$	Valor Médio Total R\$
Registros de esfera de 25 mm	2	8,86	17,72
Tubo de PVC soldável, 25 mm x 5 cm de comprimento	1	13,90*	0,12
Tubos de PVC soldável, 25 mm x 10 cm de comprimento	3	13,90*	0,72
Tê de PVC soldável, 25 mm.	1	0,69	0,69
Tê soldável com bucha de latão na bolsa central, 25 mm x ½ polegada.	1	5,48	5,48
Torneira de jardim, ½ polegada.	1	3,53	3,53
Bucha de redução de PVC soldável, 50 mm x 25 mm.	1	2,50	2,50
Cap de PVC soldável, 50 mm (opcional, como tampa do funil).	1	4,03	4,03
		Total	34,79

Fonte: Elaborada pelas autoras, 2017.

\*No mercado regional não foi encontrado Tubo de PVC soldável, 25 mm com 5 cm de comprimento, porém foi orçado com 600cm (6m) de comprimento para compor os custos deste projeto. O valor total foi então baseado na proporção das medidas de mesma unidade com custos. Neste caso o mais adequado é medição e corte do tubo para que fique com 5 cm de comprimento conforme indica a Embrapa (2014).

**Tabela 3:** Materiais necessários para montagem e instalação da tecnologia proposta para tratamento de esgoto - Fossa séptica Biodigestora

Item / Dimensão	Quantidade	Valor Médio Unitário R\$	Valor Médio Total R\$
Caixa d'água de fibra de vidro 1000L	3	425,20	1275,60
Válvula de Retenção PVC 100 mm esgoto	1	85,00	85,00
Tê PVC esgoto 100 mm	2	7,76	15,53
Tubo de PVC esgoto 100 mm	6 m	42,70	42,70
Cap PVC esgoto 100 mm	2	4,74	9,49
Luva PVC esgoto 100 mm	3	3,91	11,75
Curva Longa 90° PVC 100 mm	2	23,67	47,35
O'rings de 100 mm	10	2,06	20,63
Tubo PVC soldável 25 mm	*3 m	7,30	7,30
Flange de PVC soldável 25 mm	2	8,23	16,46
Flange de PVC soldável 50 mm	1	16,37	16,37
Tubo de PVC soldável 50 mm	**3 m	27,80	27,80
Registro de esfera de PVC 50 mm	1	19,56	19,56
Tubos de cola de silicone de 300 g	2	12,82	25,65
Guarnição esponjosa (borracha de vedação) 20x10 mm	15 m	4,92	73,80
Pasta lubrificante para juntas elásticas em PVC rígido	400 g	19,90	19,9
Adesivo para PVC	100 g	10,50	10,50
Adesivo (cola) de contato	100 g	10,87	10,87
Neutrol para pintar as tampas e caixas externas	1 l	20,98	20,98
		<b>Total</b>	<b>1757,25</b>

Fonte: Elaborada pelas autoras, 2017.

\*A Embrapa (2014) recomenda a aquisição do Tubo PVC soldável 25 mm com 1 metro de comprimento, contudo o comércio local disponibilizou valores somente do tubo de 3m. Neste caso o mais adequado é medição e corte do tubo para que fique com 1 m de comprimento conforme indica a Embrapa (2014).

\*\* A Embrapa (2014) recomenda a aquisição do Tubo PVC soldável 50 mm com 1 metro de comprimento, contudo o comércio local disponibilizou valores do tubo de 3m. Neste caso o mais adequado é medição e corte do tubo para que fique com 1 m de comprimento conforme aconselha Embrapa (2014).

**Tabela 4:** Materiais necessários para montagem e instalação da tecnologia proposta para tratamento de esgoto - Jardim filtrante.

Item	*Quantidade	Valor Médio Unitário R\$	Valor Médio Total R\$
Geomembrana de EPDM ou equivalente (7 m x 4 m).	1	12,00	336,00
Membranas geotêxteis (Bidin) (7 m x 4 m).	2	2367,00	4734,00
Flanges para geomembrana (100 mm) ou equivalente	2	12,90	25,80
Pedra britada no 2 ou 3	2 m <sup>3</sup>	125,00	250,00
Tela de nylon (1,2 m x 10 m).	1	25,00	25,00
Areia Grossa	2,5 m <sup>3</sup>	110,00	275,00
Plantas aquáticas e ornamentais, também conhecidas como plantas macrófitas (que habitam brejos e alagados).	500	0,98	490,00
Tubulações e conexões de PVC (tubos de PVC 100 mm – esgoto).	6m	42,70	42,70
Caixa d'água 100 litros (retenção de resíduos sólidos)	01	104,66	104,66
Caixa de gordura DN100 ou equivalente, com tampa	01	243,90	243,90
		Total	6527,06

Fonte: Elaborada pelas autoras, 2017.

**Tabela 5:** Demais Custos

Item	Quantidade	Valor Médio Unitário R\$	Valor Médio Total R\$
Escavação e remoção da terra	*03 diárias	100,00	300,00
Assentamento da tubulação (Pedreiro ou Encanador)	*03 diárias	100,00	300,00
Frete para entrega do material	-	**	**
		Total	R\$600,00

\* Duas diárias são para escavação e remoção da terra para implantação da fossa séptica biodigestora e uma diária para escavação e remoção da terra do jardim filtrante. A mesma proporção é válida para Assentamento da tubulação por meio de pedreiro ou encanador.

\*\* As empresas consultadas no Município de Pinheiral não cobram esse serviço.

Fonte: Elaborada pelas autoras, 2017.

A tabela 6 apresenta a soma de todos os custos médios para implantação das tecnologias propostas neste trabalho, incluindo mão de obra e transporte de material.

**Tabela 6:** Somatório dos custos médios para implantação das tecnologias propostas neste trabalho.

Tecnologias Propostas	Valor Médio Total R\$
Fossa Séptica Biodigestora	1757,25
Jardim Filtrante	6527,06
Clorador	34,79
Outros Custos	600,00
Total	8919,1

Fonte: Elaborada pelas autoras, 2017.

A partir deste levantamento de custos pode-se perceber o alto valor agregado para aquisição dos materiais de alguns dos sistemas propostos, se comparado ao salário mínimo vigente no país (R\$937,00).

Contudo, não se faz necessária a implantação imediata de todas as tecnologias simultaneamente, as mesmas podem ser implantadas de forma gradual. Recomenda-se também que seja feita uma pesquisa de mercado, pois foram verificadas grandes variações nos preços dos materiais de uma empresa para outra.

Todas essas tecnologias podem sofrer adaptações para que seu custo final seja reduzido, mantendo sempre a essência do sistema, como demonstrado no item 6.1, que demonstra claramente possíveis adaptações realizadas no clorador e na fossa séptica biodigestora.

O Jardim filtrante foi a tecnologia que representou maior custo para aquisição dos materiais, pois necessita da compra das membranas e geomembranas essenciais para proteção do solo e do lençol freático contra contaminações indesejadas. Contudo as mesmas podem ser substituídas por uma ou mais caixas de água, mantendo sempre o volume proposto pelo sistema.

Outra alternativa ao uso do jardim filtrante, seria substituí-lo pelo círculo de bananeiras que é uma tecnologia ambiental de baixo custo (tabela 7), também eficiente no tratamento de águas cinzas das propriedades rurais.

**Tabela 7:** Materiais necessários para montagem e instalação da tecnologia proposta para tratamento de esgoto- Círculo de bananeiras

Item	Quantidade	Valor Médio Unitário R\$	Valor Médio Total R\$
Balde de 19 litros perfurado	4 unidades	25,00	100,00
Brita nº5	1,2m <sup>3</sup>	168,00	201,60
Tubo esgoto BVEM DN100	8 unidades	64,90	519,20
Tê esgoto DN100	8 unidades	13,35	106,80
Adaptador CAP ESG DN100	8 unidades	6,85	54,80
Balde 19/ts perfurado	4 unidades	10,00	40,00
Joelho 45 DNS100	20 unidades	8,90	178,00
Caixa de gordura	1 unidade	196,69	196,69
		Total	1397,09

Fonte: FORÚM DE COMUNIDADES TRADICIONAIS, 2016.

## 6. CONCLUSÃO

O levantamento sócio ambiental realizado neste trabalho demonstrou que é viável a implantação de sistemas para tratamento de água e esgoto nas propriedades rurais do município de Pinheiral - RJ, visto que, os moradores utilizam essa água sem nenhuma forma tratamento que provém de minas e poços para seu consumo, e que lançam seu esgoto em fossas convencionais, sem a realização do tratamento adequado, descarregando os mesmos no solo e nos corpos hídricos.

De acordo com a realidade econômica do público alvo da pesquisa, o Jardim Filtrante representa a proposta de custo mais elevado, tornando-se necessário, realizar adequações e pesquisa de mercado para obter menores gastos com a sua implantação.

Sendo assim, a adoção da proposta promoverá a redução da incidência de doenças causadas por veiculação hídrica, e conseqüentemente a melhora da qualidade de vida da população, contribuindo para o desenvolvimento sustentável da cidade.

## 7. RECOMENDAÇÕES

- O levantamento sócio ambiental realizado neste trabalho constatou que muitos proprietários, apesar de possuírem certo grau de escolaridade, não conseguiram identificar o tipo de fossa instalado em sua propriedade, mas a maioria deles entendem que elas não geram nenhuma contaminação no meio em que vivem. Sendo assim, faz-se necessário promover nesta comunidade, uma abordagem de educação ambiental com caráter não-formal, para sensibilizá-los quanto aos impactos negativos para o solo e os recursos hídricos causados pela utilização de fossas irregulares.
  
- Quanto ao destino final dos resíduos, o presente trabalho não prevê aplicação do efluente proveniente da Fossa séptica biodigestora para irrigação de culturas, nem para utilização como adubo, principalmente porque muitos produtores da região possuem certificado de orgânicos e a Instrução Normativa 46 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (2016) não permite essa prática. Apesar disso, a literatura desenvolvida pela Embrapa recomenda essa prática na preparação de canteiros, em pomares, canaviais, jardins, capineiras, nos seus estudos, para produtores não orgânicos, ficando então a cargo do agricultor realizá-la ou não.
  
- Por fim, faz-se necessário um incentivo maior para pesquisas com foco no desenvolvimento de tecnologias alternativas para solucionar os problemas de saneamento para localidades da área rural e para demais comunidades carentes.

## 8.REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BATALHA, Bem Hur Luttembark. Fossa Séptica. São Paulo: Cetesb, 1989. 20p.

BRASIL. (2013) Presidência da República Federativa do Brasil. Casa Civil. Decreto nº 7.217, de 21 de junho de 2010. Regulamenta a Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, que estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico, e dá outras providências. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/Decreto/D7217.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/Decreto/D7217.htm). Acesso em: 23 maio 2013.

BRASIL. (2007) Lei nº. 11.445 de 5 de janeiro de 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nos 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei no 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências.

BRASIL. (2016) Instrução Normativa Nº 46, de 22 de novembro de 2016. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-agricolas/fertilizantes/legislacao/in-46-de-22-11-2016-fert-minerais-dou-7-12-16.pdf>. Acesso em: 21 de setembro de 2017.

CBH-MPS. Publicação Institucional do Comitê de Bacia Hidrográfica do Médio Paraíba do Sul. Rio de Janeiro: Resende, 2013. Disponível em: <http://cbhmedioparaiba.org.br/publicacoes/livreto-marco-2013.pdf> Acesso em: 30 de abril de 2017.

CBH-MPS (2016a). Relatório de Situação do CBH Médio Paraíba do Sul. Rio de Janeiro: Resende, 2016. Disponível em <http://cbhmedioparaiba.org.br/downloads/relatorio-de-situacao-2016.pdf> Acesso em 26 de setembro de 2017.

CBH-MPS (2016b). Comitê de Bacia Hidrográfica do Médio Paraíba do Sul. Atlas Região Hidrográfica do Médio Paraíba do Sul. Rio de Janeiro: Resende, 2016. Disponível em: <http://www.cbhmedioparaiba.org.br/conteudo/atlas-CBH-MPS.pdf> Acesso em: 30 de abril de 2017.

COSTA, Cinthia Cabral da; GUILHOTO, Joaquim José Martins. Saneamento Rural no Brasil: Impacto da Fossa Séptica Biodigestora. Engenharia Sanitária e Ambiental. Edição Especial. São Paulo: São Carlos, 2014. 60p.

EMBRAPA- Empresa Brasileira de pesquisa Agropecuária. Jardim Filtrante. 2013. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-produtos-processos-e-servicos/-/produto-servico/1307/jardim-filtrante> Acesso em 03 de setembro de 2017.

EMBRAPA- Empresa Brasileira de pesquisa Agropecuária (2017). Disponível em: <https://www.embrapa.br/tema-saneamento-basico-rural/sobre-o-tema> Acesso em: 03 de março de 2017.

FAUSTINO, Adriana Soares. Estudos físico-químicos do efluente produzido por fossa séptica biodigestora e o impacto do seu uso no solo. São Carlos: UFSCar, 2007. 121 f.

FORUM DE COMUNIDADES TRADICIONAIS. Projeto técnico Memorial descritivo e de cálculo: Implantação de sistema ecológico de tratamento de esgoto unidomiciliar na comunidade de caiçara da praia do sono, Paraty, estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: Paraty, 2016.

FUNASA. Manual de Cloração de Água em Pequenas Comunidades Utilizando o Clorador Simplificado desenvolvido pela Fundação Nacional de Saúde. 1ªEd. Brasília: Fundação Nacional da Saúde, 2014.

FUNDAÇÃO BANCO DO BRASIL. Tecnologia Social, Fossa Séptica Biodigestora. Saúde e Renda no Campo. Brasília: Fundação Banco do Brasil, 2010.

GALINDO, N.; DA SILVA, W.T.L.; NOVAES, A.P.; GODOY, L.A.; SOARES, M.T.S.; GALVANI, F. (2010). Perguntas e respostas: fossa séptica biodigestora. Série Documentos. N. 49. São Carlos: Embrapa.

GALBIATI, Adriana Farina. Tratamento domiciliar de águas negras através de tanque de evapotranspiração. Mato Grosso do Sul: Campo Grande, 2009.

GOOGLE EARTH. Rio de Janeiro: Pinheiral, 2017. Disponível em: <<https://mapasapp.com/mapa/rio-de-janeiro/pinheiral-rj/>> Acesso em 26 de setembro 2017.

INICIATIVA VERDE. (2014) Projeto Plantando Águas: Jardim Filtrante Saneamento Básico Rural. Disponível em <<http://www.iniciativaverde.org.br/biblioteca-nossas-publicacoes.php>> Acesso em 24 de setembro de 2017.

JOLY, A. B. Botânica: introdução à taxonomia vegetal. 5. ed. São Paulo: Nacional, 1979.

JUNIOR GALVÃO, A.C. Desafios para a universalização dos serviços de água e esgoto no Brasil. Rev. Panam Salud Publica. 2009.

LEAL, Jane Terezinha da Costa Pereira. Círculo de bananeiras para tratamento de efluentes rurais. Minas Gerais: EMATER, 2016. Disponível em: [http://cdi.digitalgrow.org/wp-content/uploads/2017/02/2017-02-27\\_58b409f896651\\_247.CrculodeBananeirasparatratamentodeefluentesrurais.pdf](http://cdi.digitalgrow.org/wp-content/uploads/2017/02/2017-02-27_58b409f896651_247.CrculodeBananeirasparatratamentodeefluentesrurais.pdf). Acesso em: 20 de outubro de 2017.

MAGRI, Maria Elisa. Saneamento Ecológico. Instituto Çaraikura. Disponível em:[http://www.institutocarakura.org.br/arquivosSGC/DOWN\\_203924Painel\\_Saneamento\\_Ecolgico.pdf](http://www.institutocarakura.org.br/arquivosSGC/DOWN_203924Painel_Saneamento_Ecolgico.pdf). Acesso em 20 de outubro de 2017.

MEUCCI, Daniel. Impermeabilização de Lagoas para Tratamento do Esgoto de Lagoa da Prata com Geomembrana de Pead Neoplastic. Lagoa da Prata, MG. 2014.

MENEZES, C. E. G. Diagnóstico de degradação do solo em função da topografia e cobertura vegetal no município de Pinheiral, RJ. Dissertação de Mestrado, UFRRJ, Instituto de Agronomia, Seropédica, RJ. 1999. 186p.

NOVAES, A.P.; SIMÕES, M.L.; INAMASU, R.Y.; JESUS, E.A.P.; MARTIN-NETO, L.; SANTIAGO, G.; DASILVA, W.T.L. (2006) Saneamento básico na área rural. In: SPADOTTO, C. & RIBEIRO, W. (Org.). Gestão de resíduos na agricultura e na agroindústria. Botucatu: Fundação de Estudos e Pesquisas Agrícolas e Florestais. p. 262-275.

NOVAES, A.P.; SIMÕES, M.L.; MARTIN-NETO, L.; CRUVINEL, P.E.; SANTANA, A.; NOVOTNY, E.H.; SANTIAGO, G.; NOGUEIRA, A.R.A. Utilização de uma fossa séptica biodigestora para melhoria do saneamento rural e desenvolvimento da agricultura orgânica. São Paulo: São Carlos, 2002.

OSCIP. ONG Iniciativa Verde. Disponível em:< <http://www.iniciativaverde.org.br/biblioteca-nossas-publicacoes.php>> Acesso em 03 de setembro de 2017.

PEREIRA, Anderson Cristiano. O saneamento em comunidades isoladas no município de Itapetininga (SP). Monografia de Especialização em Gestão Pública Municipal, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Departamento Acadêmico de Gestão e Economia. Curitiba, PR. 2013

PMSB. Plano Municipal de Saneamento Básico Pinheiral RJ. 2014. Disponível em:< <http://ceivap.org.br/saneamento/pmsb-fluminenses/pmsb-pinheiral.pdf>>. Acesso em: 21 de novembro de 2017.

REBOUÇAS TC, BIANCHI G & GONÇALVES RF (2007) Caracterização de águas residuárias de origem residencial. Conferência Internacional em Saneamento Sustentável: Segurança alimentar e hídrica para a América Latina, Fortaleza.

SILVA, Wilson Tadeu Lopes da.(2014b) Sistemas Biológicos simplificados aplicados ao Saneamento básico rural. Capítulo 6, p.180, 2014.

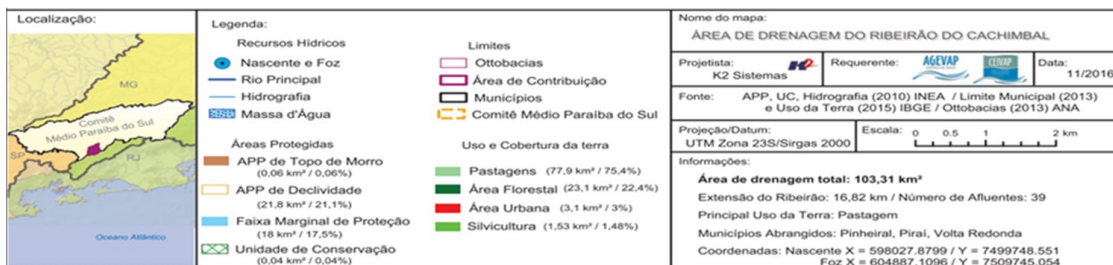
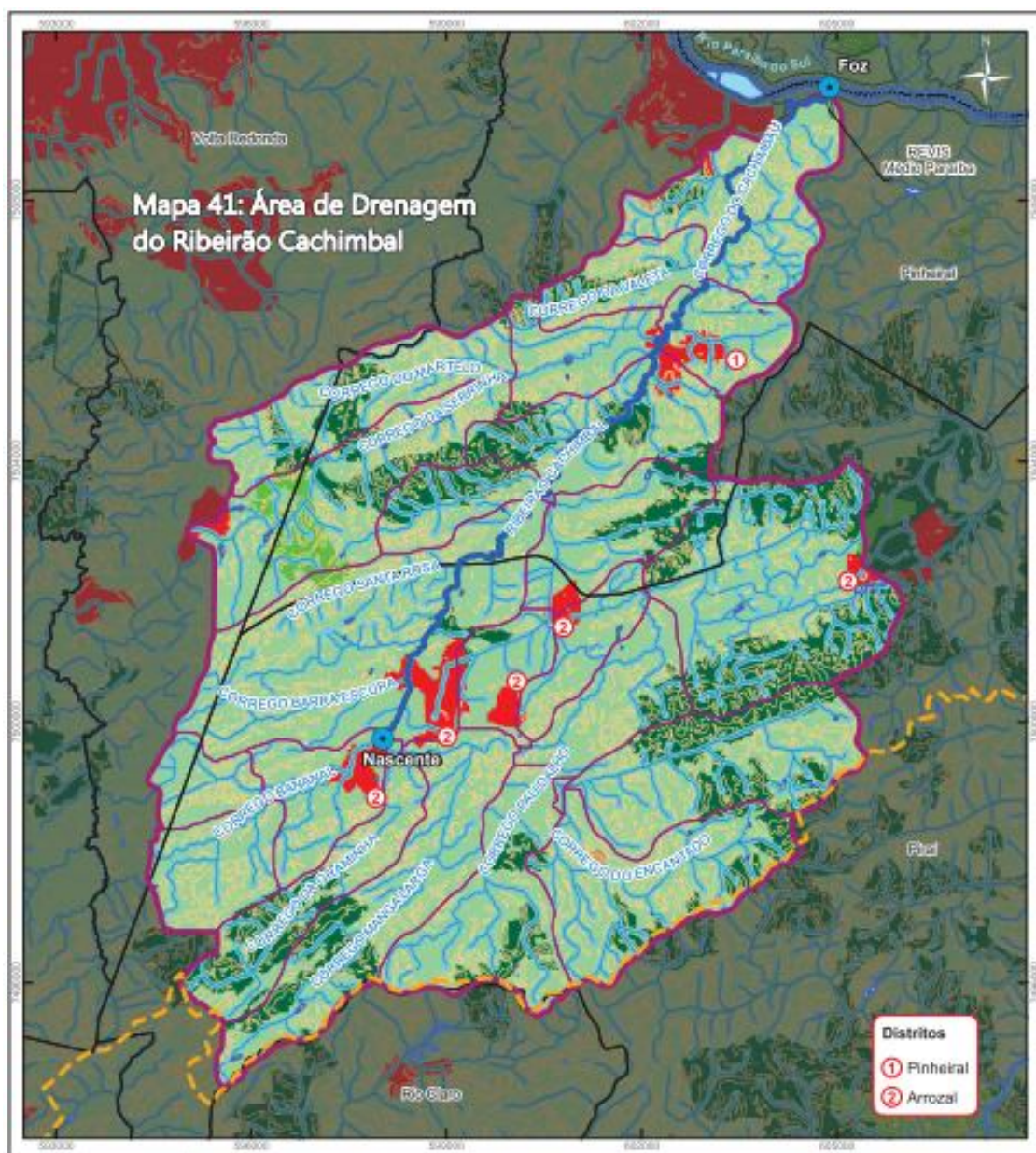
SILVA, Wilson Tadeu Lopes Da.(2014a) ABC da Agricultura Familiar Saneamento básico rural. 1ªEd. Brasília, DF: Embrapa, 2014. 68 p.

TIMM, Jeferson Müller. Círculo de bananeiras- Tratamento para águas Cinzas. Junho de 2016. Disponível em: <http://www.ambientaldataerra.com.br/circulo-de-bananeiras/> Acesso em: 20 de outubro de 2017.

TUCCI, C. E. M. Águas urbanas. Estudos Avançados, v.22, n.63, p.1-16, 2008.

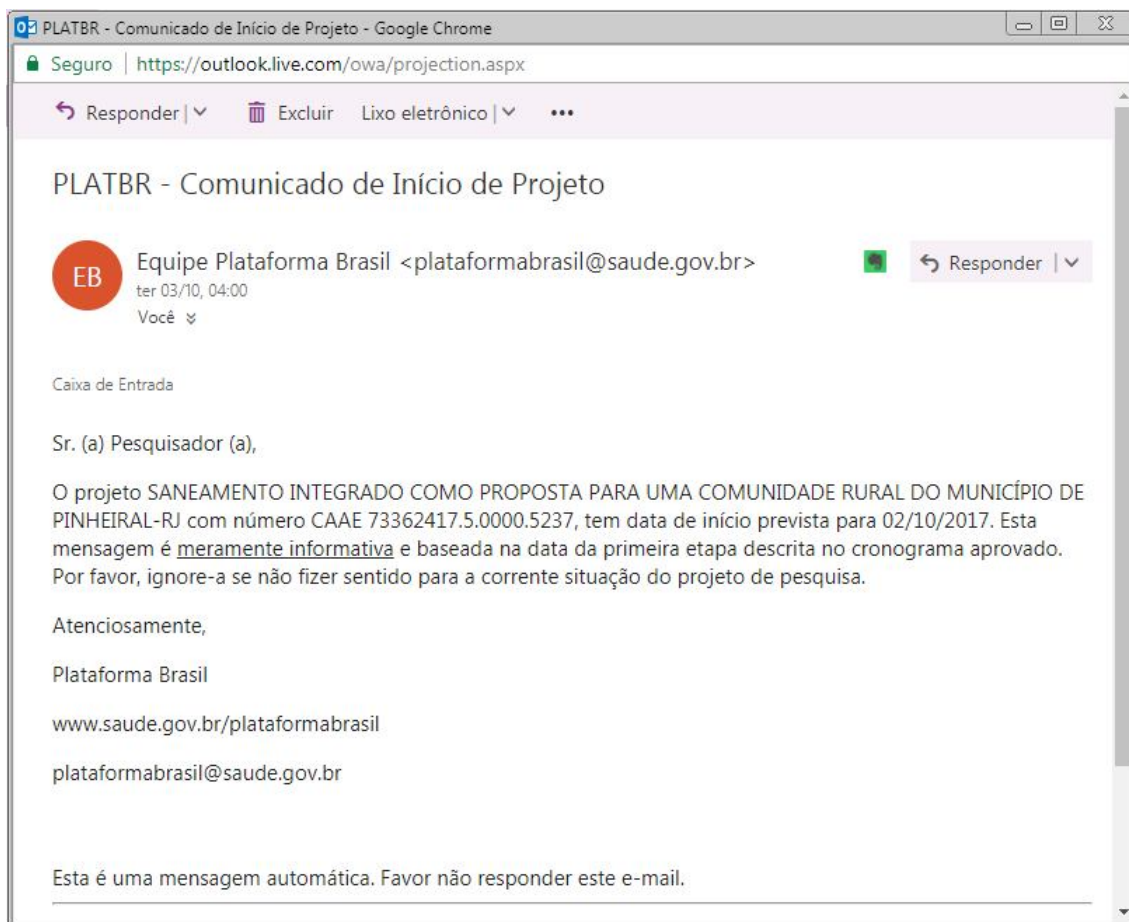
VALENTIM, M. A. A. Uso de leitos cultivados no tratamento de efluentes de tanque séptico modificado. 1999. 119 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1999.

## Anexo I- Microbacia do Ribeirão Cachimbal.



Fonte: CBH-MPS, 2016a.

## ANEXO II- Aprovação COEPS





PLATBR - Comunicado de Início de Projeto - Google Chrome

Seguro | <https://outlook.live.com/owa/projection.aspx>

Responder | Excluir Lixo eletrônico | ...

### PLATBR - Comunicado de Início de Projeto

 Equipe Plataforma Brasil <plataformabrasil@saude.gov.br>  Responder | ...

ter 03/10, 04:00  
Você

Caixa de Entrada

Sr. (a) Pesquisador (a),

O projeto SANEAMENTO INTEGRADO COMO PROPOSTA PARA UMA COMUNIDADE RURAL DO MUNICÍPIO DE PINHEIRAL-RJ com número CAAE 73362417.5.0000.5237, tem data de início prevista para 02/10/2017. Esta mensagem é meramente informativa e baseada na data da primeira etapa descrita no cronograma aprovado. Por favor, ignore-a se não fizer sentido para a corrente situação do projeto de pesquisa.

Atenciosamente,

Plataforma Brasil

[www.saude.gov.br/plataformabrasil](http://www.saude.gov.br/plataformabrasil)

[plataformabrasil@saude.gov.br](mailto:plataformabrasil@saude.gov.br)

Esta é uma mensagem automática. Favor não responder este e-mail.

**APÊNDICE I-** Questionário destinado a avaliar as condições de saneamento de parte da população rural do município de Pinheiral-RJ, 2017.

Avaliação das condições de saneamento da população rural do município de Pinheiral-RJ.

Propriedade Rural nº \_\_\_\_\_

1) Sexo: ( ) Feminino ( ) Masculino

2) Atualmente possui certificação de produtor orgânico?

( ) Sim ( ) Não

3) Sabe ler e escrever? \*

( ) Sim ( ) Não

\* Se o entrevistado disser que só sabe assinar o nome, marcar o número 2.

4) Escolaridade:

( ) Nunca frequentou escola

( ) Só alfabetização

( ) Ensino fundamental (até a 8ª série antigo "ginasial") ( ) Completo ( ) Incompleto

( ) Ensino médio (2º grau/antigo "colegial") ( ) Completo ( ) Incompleto

( ) Superior ( ) Completo ( ) Incompleto

( ) Ensino técnico-profissionalizante ( ) Completo ( ) Incompleto

( ) CFR (casas familiares rurais). Até que nível? \_\_\_\_\_

5) Quantas pessoas residem em sua casa? \_\_\_\_\_

6) Moradia: ( ) Permanente ( ) Temporária

7) Há quanto tempo mora na zona rural do município? \_\_\_\_\_

8) Sua propriedade é abastecida com água tratada? ( ) Sim ( ) Não

Se SIM qual a entidade responsável pelo abastecimento de água?

\_\_\_\_\_

Se NÃO de onde é captada a água para abastecimento da residência?

\_\_\_\_\_

9) A água utilizada para consumo humano extraída na residência é retirada de:

( ) Mina                      ( ) Poço                      ( ) É comprada

Outros: \_\_\_\_\_

10) O esgoto da propriedade recebe algum tratamento? ( ) Sim ( ) Não

11) Se SIM qual tipo de tratamento?

( ) Fossa séptica Biodigestora

( ) Fossa negra

( ) Fossa seca

( ) Estação de Tratamento de Esgoto

12) Onde este esgoto é lançado?

( ) Rio                      Qual rio? \_\_\_\_\_

( ) Córrego                      Qual córrego? \_\_\_\_\_

( ) Solo

( ) Outros: \_\_\_\_\_

13) Você aceitaria a implantação gratuita destes sistemas (clorador e fossa séptica biodigestora) na sua propriedade rural?

( ) Sim ( ) Não

Por

quê? \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**14)** Caso tivesse que arcar com os custos (compra de material e mão de obra para construção do sistema) teria interesse em implementá-lo na sua propriedade?

( ) Sim ( ) Não

Por

quê? \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_