



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO**  
**UNIDADE ACADÊMICA DE GARANHUNS**  
**CURSO DE AGRONOMIA**

**GUILHERME SOUZA DE MORAES**

**MAQUETE TEMÁTICA: DETERIORAÇÃO DOS RECURSOS  
HÍDRICOS**

**GARANHUNS - PE**

**2019**

GUILHERME SOUZA DE MORAES

**MAQUETE TEMÁTICA: DETERIORAÇÃO DOS RECURSOS  
HÍDRICOS**

Monografia apresentada ao Curso de Agronomia da Unidade Acadêmica de Garanhuns da Universidade Federal Rural de Pernambuco como parte das exigências para obter o título de Engenheiro Agrônomo.

**Professor orientador: Paulo Roberto Jaques Dill**

**GARANHUNS - PE**

**2019**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
Sistema Integrado de Bibliotecas da UFRPE  
Biblioteca Ariano Suassuna, Garanhuns-PE, Brasil

A827m Moraes, Guilherme Souza de

Maquete temática: deterioração dos recursos hídricos  
/ Guilherme Souza de Moraes. - 2019.

44 f. : il.

Orientador(a): Paulo Roberto Jacques Dill.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação de  
Agronomia) – Universidade Federal Rural de Pernambuco,  
Departamento de Agronomia, Garanhuns, BR - PE, 2019.

Inclui referências e anexos

1. Educação ambiental 2. Recursos hídricos 3. Degradação  
ambiental 4. Maquete I. Dill, Paulo Roberto Jacques, orient. II. Título

CDD 628

GUILHERME SOUZA DE MORAES

**MAQUETE TEMÁTICA: DETERIORAÇÃO DOS RECURSOS  
HÍDRICOS**

Monografia apresentada ao Curso de Agronomia da Unidade Acadêmica de Garanhuns da Universidade Federal Rural de Pernambuco como parte das exigências para obter o título de Engenheiro Agrônomo.

Garanhuns, 14 de fevereiro de 2019

---

Paulo Roberto Jacques Dill

Orientador

UFRPE/UAG

---

Cristiane Bortoluzzi Corino

Advogada, especialista em Educação Ambiental, mestre em Geomática

---

Jennifer Ferreira da Silva

Engenheira Agrônoma

Dedico este trabalho à minha mãe, que nunca desistiu de mim, mesmo nos momentos mais difíceis de minha vida. E à minha vó materna que, mesmo quando as possibilidades de voltar a sua vida de antes eram poucas, manteve sua esperança de se reerguer. As duas: mulheres de força e garra, fonte de inspiração pra qualquer filho ou neto.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente aos meus pais Maria José e Joaquim Ailson por terem dado apoio incondicional durante minha trajetória na universidade, especialmente nessa etapa final, quando as condições para finalização tornaram-se mais difíceis. E aos meus irmãos, Fernanda e Diogo, que, seja nas discussões acaloradas ou naquelas ajudas das horas difíceis, ajudaram-me a construir ideias e materiais que contribuíram para a elaboração desta monografia e da maquete vinculada.

Aos meus orientadores, especialmente o professor Paulo Dill, por acreditar em mim e em minhas potencialidades e que, por ser uma pessoa exemplarmente compreensiva e humana, abriu portas num momento em que todas pareciam fechadas, oferecendo condições que possibilitassem a conclusão de meu curso através deste trabalho de monografia.

Ao meu anterior orientador, professor Jeandson Viana, pela oportunidade de conhecer o mundo acadêmico, crescer através da experiência e do trabalho e aprender, através de sua paciência e compreensão, instruções da metodologia e da pesquisa científica, contribuindo assim para o conhecimento necessário para a elaboração desta monografia.

Aos meus professores, do nível fundamental ao superior, que indiretamente também contribuíram para o conhecimento necessário para a elaboração deste trabalho.

Aos meus amigos, que de uma forma ou de outra contribuíram para o meu crescimento na universidade e a chegada nesta etapa, em especial, mas não necessariamente nesta ordem, Camila Liberato, Amanda Lima, Micaele Cardoso e Lucas Albuquerque, além de meus amigos internacionais Darren Clayton e Bhimesh Singh.

Ao governo brasileiro de 2014 pela oportunidade de intercâmbio nos EUA, tão enriquecedora, definitiva em minha formação profissional e tão inesquecível, em que pude conhecer outras culturas e povos, aprofundar minha proficiência em inglês e complementar minha formação em Agronomia.

Por fim, agradeço aos colegas de classe e parceiros de intercâmbio pelas suas contribuições em ou oferecerem desafios que me ajudaram a crescer como pessoa ou de me estenderem a mão quando precisei.

*O que foi escondido é o que se escondeu  
E o que foi prometido, ninguém prometeu  
Nem foi tempo perdido  
Somos tão jovens  
[...] Temos o nosso próprio tempo*

*(Legião Urbana)*

## RESUMO

MORAES, Guilherme Souza de. **Maquete temática: deterioração dos recursos hídricos**. 2019. 45 p. Monografia (Curso de Agronomia) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Garanhuns, PE – Brasil.

A falta de saneamento básico é um dos maiores problemas infraestruturais do Brasil. Praticamente metade da população não tem saneamento básico de qualquer tipo. Os prejuízos são sentidos por todos, mas alguns números demonstram desigualdades: as crianças são as mais afetadas em termos de mortalidade; o Norte e o Nordeste são as regiões com piores índices de assistência; a população rural é a mais marginalizada. Rios, praias e ruas são frequentes destinos. A maioria dos tipos de fossas polui, porém a poluição não é facilmente observável, já que vai para o subterrâneo, para o lençol freático. Os lençóis freáticos alimentam rios e reservatórios. Dessa forma a qualidade de água que sai de uma nascente pode influenciar a qualidade da água dos reservatórios. Simultaneamente, existem soluções que podem ser empregadas na zona rural para o tratamento de resíduos de esgoto. Uma das soluções é o modelo denominado Tratamento de Efluentes Caseiros de Rocha (2001), que é um tipo de fossa ecológica onde os dejetos são fermentados e mineralizados e plantas absorvem os minerais e a água. No entanto, para aplicação dessa tecnologia, a população da zona rural precisa conhecer e compreender a importância dela, o que pode se dar através da Educação Ambiental ou da Extensão Rural. Este trabalho teve como objetivo elaborar uma maquete temática que pudesse auxiliar alunos a compreenderem o funcionamento da tecnologia, comparando-o com um sistema rudimentar de esgotamento sanitário (sumidouro). A maquete temática reproduziu esses dois modelos de esgotamento sanitário e obteve boa percepção dos alunos quanto a diferença na qualidade da água. A maquete temática pode ser, portanto, trabalhada em turmas de Educação Ambiental para demonstrar a contaminação dos recursos hídricos através do sistema de esgotamento sanitário.

**Palavras-chave:** Deterioração; Recursos hídricos; Esgotamento sanitário; Educação ambiental; Maquetes.

## ABSTRACT

MORAES, Guilherme Souza de. **Thematic scale model: impairment of water resources.** 2019. 45 p. Undergraduate thesis (Agronomy) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Garanhuns, PE – Brazil.

The lack of basic sanitation is one of the worst infrastructural problems in Brazil. Practically half of the population does not have access to basic sanitation of any type. Every person may feel impaired, but some figures show inequalities: children are the most affected in terms of mortality; the regions North and Northeast have the worst coverage index; rural population is the most neglected. Rivers, shores and streets are frequent destinations of the waste water. The majority of sewage systems pollutes the environment, however this pollution is not easily observable since sewage goes subterraneous, to groundwater. Groundwater supplies rivers and reservoirs. Then, water quality of a spring can influence water quality of reservoirs. At the same time, there are solutions that can be implemented in rural areas to the treatment of sewage. One of the solutions is the model denominated “Tratamento de Efluentes Caseiros” (literally translated as “Homemade Effluent Treatment”), developed by Rocha (2001), which is a type of ecological sanitation. In this system, human dejects are fermented and mineralized, and plants absorb minerals and water. However, for implementing this technology, rural population needs to know it and understand its importance, what Environmental Education, or Rural Extension can help. The present work objected developing a thematic scale model that could help students to understand that technology operation, comparing it with a rudimentary sewage system (pit latrine). A thematic scale model reproduced those two designs, and obtained high perception from students about the final difference of water quality. Therefore, the thematic model scale can be utilized in classes of Environmental Education to approach contamination of water resources through sanitary sewage system.

Keywords: Impairment; Water resources; Sewage system; Environmental education; Scale models.

## LISTA DE FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| <b>Figura 1</b> – Estrutura da fossa ecológica por Vieira (2010) .....  | 17 |
| <b>Figura 2</b> – Estrutura da fossa ecológica por IPEC (2009).....   | 18 |
| <b>Figura 3</b> – Modelo da maquete temática “deterioração dos recursos hídricos” desenvolvida na UFRPE-UAG no ano de 2012.....   | 21 |
| <b>Figura 4</b> – Protótipo do Tratamento de Efluentes Caseiro criado por Rocha (2001).....   | 21 |
| <b>Figura 5</b> – Fossa negra contaminando o lençol freático (STEBio, 2016) .....   | 22 |
| <b>Figura 6</b> – Visão lateral da estrutura de sustentação (formada por tábuas) na fase de pintura.....  | 26 |
| <b>Figura 7</b> – Visão superior da estrutura de sustentação (formada por tábuas) na fase de pintura ...  | 26 |
| <b>Figura 8</b> – Maquete após inserção e instalação das mangueiras e dos potes.....  | 27 |
| <b>Figura 9</b> - Maquete após instalação da estrutura de suporte dos potes de plástico que representam as fossas .....   | 27 |
| <b>Figura 10</b> – Posição final dos potes onde o lençol freático (pote inferior) recebe resíduos do esgoto (pote superior), assim representando o esquema da propriedade ambientalmente incorreta..... | 28 |
| <b>Figura 11</b> – Posição final dos potes onde o lençol freático (pote inferior) não recebe resíduos do esgoto (pote superior), assim representando o esquema da propriedade ambientalmente correta .. | 28 |
| <b>Figura 12</b> – Pote plástico preparado para aplicação na maquete.....   | 28 |
| <b>Figura 13</b> – Lona plástica cobrindo estrutura de alvenaria .....  | 28 |
| <b>Figura 14</b> - Pote plástico com brita representando a etapa de alocação de pedras na construção da fossa ecológica .....   | 29 |
| <b>Figura 15</b> - Pedras alocadas dentro da fossa ecológica .....  | 29 |
| <b>Figura 16</b> - Pote plástico com brita e areia representando a etapa de colocação de areia e terra vegetal na construção da fossa ecológica .....   | 29 |
| <b>Figura 17</b> - Fossa ecológica com areia e substrato depositado.....  | 29 |
| <b>Figura 18</b> – Pote plástico com brita, areia e gramado representando a fossa ecológica pronta .....  | 30 |
| <b>Figura 19</b> - Fossa ecológica após o plantio .....   | 30 |
| <b>Figura 20</b> - Visão posterior do sistema da maquete .....  | 30 |

|   |    |
|---|----|
| <b>Figura 21</b> - Visão superior transversal do sistema da maquete.....  | 30 |
| <b>Figura 22</b> - Colocação do pó de serragem.....   | 31 |
| <b>Figura 23</b> - Pó de serragem imitando solo .....   | 31 |
| <b>Figura 24</b> - Pó de serragem em nivelamento com a base das fossas .....  | 32 |
| <b>Figura 25</b> - Maquete praticamente toda preenchida com pó de serragem.....   | 32 |
| <b>Figura 26</b> - Maquete tomando forma após colocação do pó de serragem (visão posterior).....                          | 32 |
| <b>Figura 27</b> - Maquete tomando forma após colocação do pó de serragem (visão frontal). .....                          | 32 |
| <b>Figura 28</b> - Visão frontal da propriedade rural com fossa do tipo sumidouro .....                                   | 33 |
| <b>Figura 29</b> – Visão superior da propriedade rural com fossa do tipo sumidouro .....                                  | 33 |
| <b>Figura 30</b> – Visão em perspectiva da superfície da maquete .....  | 33 |
| <b>Figura 31</b> – Visão superior da superfície da maquete .....  | 33 |
| <b>Figura 32</b> – Visão frontal da maquete .....   | 33 |
| <b>Figura 33</b> – Visão posterior da maquete.....  | 33 |
| <b>Figura 34</b> –Evolução da elaboração da nascente do lado ambientalmente correto .....                                 | 34 |
| <b>Figura 35</b> – Nascente da propriedade ambientalmente incorreta (a).....  | 34 |
| <b>Figura 36</b> – Apresentação da oficina.....   | 35 |
| <b>Figura 37</b> – Resultado observável da diferença na qualidade da água obtida em cada um dos<br>lados da maquete ..... | 36 |

## SUMÁRIO

|       |   |    |
|-------|---|----|
| 1     | INTRODUÇÃO .....  | 11 |
| 2     | OBJETIVOS .....   | 13 |
| 3     | REFERENCIAL TEÓRICO .....   | 14 |
| 3.1   | Saneamento básico .....   | 14 |
| 3.2   | Deterioração dos recursos hídricos .....  | 15 |
| 3.3   | Fossa ecológica .....   | 17 |
| 3.4   | Educação ambiental.....   | 18 |
| 3.5   | Maquetes como forma de aprendizagem.....  | 19 |
| 4     | MATERIAIS E MÉTODOS .....   | 21 |
| 5     | RESULTADOS E DISCUSSÃO .....  | 24 |
| I.    | Elaboração da ideia central da maquete .....                                    | 24 |
| II.   | Reflexão sobre os tipos de materiais que poderiam ser utilizados .....          | 24 |
| III.  | Aquisição de materiais .....  | 26 |
| IV.   | Preparação de materiais para uso .....  | 26 |
| V.    | Montagem estrutural .....   | 27 |
| VI.   | Testes e correções.....   | 30 |
| VII.  | Finalização estética .....  | 31 |
| VIII. | Estabilização .....   | 35 |
| IX.   | Oficina Ambiental: “maquete temática: deterioração dos recursos hídricos” ..... | 35 |
| 6     | CONCLUSÃO .....   | 36 |
| 7     | CONSIDERAÇÕES FINAIS .....  | 37 |
|       | REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....  | 39 |
|       | ANEXOS.....   | 44 |

## 1 INTRODUÇÃO

A falta de saneamento básico para praticamente a metade dos brasileiros é certamente um dos maiores problemas de saúde pública e infraestrutura no país. As crianças são as mais afetadas em termos de mortalidade e prejuízos na aprendizagem, sendo a população rural a parcela menos assistida com a rede coletora de esgoto.

Essas pessoas desassistidas têm de lidar com o resíduo de esgoto de outras formas. No entanto, a maioria delas fazem uma má destinação dos seus resíduos, jogando-os em rios, no solo à céu aberto ou em fossas que contaminam os lençóis freáticos e assim os reservatórios de água.

Esta monografia tem como função expor e demonstrar – com maquete – como ocorre essa contaminação dos recursos hídricos, através de precárias condições de esgotamento sanitário.

Partimos do pressuposto de que a resolução do problema se dá através da educação, do semeio de ideias que podem modificar o meio. E este meio muda quando existem pessoas capazes de perceber o que ocorre em seu ambiente. Essa metodologia é exemplo de aplicação da Educação Ambiental e da Extensão Rural.

Aqui especificamos o público como alunos do curso de Agronomia e alunos do ensino fundamental e médio que visitem a Sala Verde da Universidade Federal Rural de Pernambuco – Unidade Acadêmica de Garanhuns e possam observar o funcionamento da maquete.

Maquetes temáticas sempre foram interessantes ferramentas de ensino. Isso porque além de serem um material diferente daquele utilizado no dia-a-dia escolar, elas fazem os alunos verem no concreto aquilo que geralmente é falado de forma abstrata, fazendo-os enxergar e perceber o que está sendo abordado, ao invés de meramente memorizarem.

Quando o assunto é meio ambiente, as maquetes ganham ainda mais poder, pois elas podem demonstrar um sistema como um todo para explicar as relações biogeoquímicas dentro daquele sistema, seja ele uma comunidade, um ecossistema ou uma bacia hidrográfica.

No curso de Agronomia, o aprendizado dos alunos em lidar com maquetes é muito importante para que possam utilizá-las como ferramenta de trabalho em prol de demonstrar problemas ambientais para alunos, técnicos ou agricultores de forma simples e lúdica.

A partir da problemática “deterioração dos recursos hídricos através de precários sistemas de esgotamento sanitário”, há uma possível solução, com um sistema proposto por Rocha (2001), chamado de Tratamento de Efluentes Caseiro (TEC) ou fossa ecológica, que é o sistema construído na maquete supracitada.

Por trás da solução, haveria outra problemática: como demonstrar o que estamos abordando como problema e como demonstrar a solução recomendada? É através da própria construção da maquete temática que obtemos as respostas.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Geral**

Montar a maquete temática “deterioração dos recursos hídricos”, que simula e compara dois modelos de esgotamento sanitário: um tradicional (sumidouro) e um ambientalmente correto (Tratamento de Efluentes Caseiros); com o fim de contribuir para a conscientização da população sobre a contaminação de lençóis freáticos.

### **2.2 Específicos**

- Montar uma maquete temática que compare dois modelos de esgotamento sanitário e que represente o afloramento do lençol freático em duas nascentes;
- Desenvolver oficina ambiental “Deterioração dos Recursos Hídricos” para os alunos da disciplina de Educação Ambiental Técnica da UFRPE-UAG.

### **3 REFERENCIAL TEÓRICO**

#### **3.1 Saneamento básico**

O saneamento básico é, sem dúvidas, um dos maiores problemas infraestruturais do Brasil. Para se ter uma ideia, apenas 51,9% dos brasileiros possuem acesso a rede de esgotamento sanitário (IBGE, 2016; SNIS, 2016, Trata Brasil, 2018a).

Isso quer dizer que os demais 48,1% – representando aproximadamente 100 milhões de pessoas – têm de lidar com o resíduo de esgoto de outras formas, tais como despejando em rios, praias ou ruas ou destinando-o para fossa negra, sumidouros ou fossas sépticas (Portal G1, 2017; Portal G1, 2018), que ainda assim são modelos altamente contaminantes para com os lençóis freáticos e os recursos hídricos (Nascimento Filho, 2005).

Na zona rural o cenário é ainda pior: a porcentagem de acesso à rede coletora de esgoto cai para 5,45%, baseado em dados do PNAD 2014. Dentre os demais 94,55%, apenas 28,78% utilizam fossa séptica de forma independente. Há ainda aqueles que têm fossa séptica ligada a rede coletora, os quais somam 4,47% dos domicílios. No fim, sobram 61,27% dos domicílios rurais que depositam seus dejetos em fossas rudimentares, em cursos d'água ou diretamente no solo à céu aberto (IBGE, 2015; Souza et al, 2017).

As consequências deste descaso são: além da contaminação dos recursos hídricos, um enorme contingente de pessoas em leitos hospitalares contaminadas pelo contato direto ou consumo da água advinda dos mananciais. No ano de 2013 foram registradas pelo Ministério da Saúde 340 mil internações infantis por doenças gastrointestinais, o que significa onerosos e exorbitantes custos para o Sistema Único de Saúde (SUS), além de queda no rendimento escolar, afastamentos de escolas e, ocasionalmente, óbitos. De acordo com Ministério da saúde, estima-se que a cada R\$ 1,00 investido em tratamento de esgoto, são economizados R\$ 4,00 em saúde pública (Trata Brasil, 2018b).

As principais doenças relacionadas à falta de saneamento básico são aquelas de transmissão feco-oral e aquelas de transmissão mosquito-humanos, que é quando a água contaminada vira foco de reprodução de mosquitos (Fragmaq, 2015; Trata Brasil, 2018c).

Os exemplos mais comuns de doenças de transmissão feco-oral são: diarreia, esquistossomose, febre tifoide e paratifoide, cólera, hepatite A, amebíase, giardíase e

leptospirose. Já os principais exemplos de doenças transmitidas por mosquitos são: febre amarela, dengue, chikungunya e zika (Fragmaq, 2015; Trata Brasil, 2018c).

Há ainda números que indicam a prevalência de desigualdades de assistência por região: Norte e Nordeste têm, respectivamente, apenas 20,2% e 39,7% de seu esgoto coletado contra 45,7%, 57,1% e 67,9% nas regiões Sul, Centro-Oeste e Sudeste, respectivamente (IBGE, 2015).

No Nordeste, a Bahia é o estado com maior índice de coleta de esgoto, com 55,7% da população atendida; enquanto que o Piauí é o estado com o menor índice: apenas 10,7%. O Estado de Pernambuco, por sua vez, possui só 30,4% da população atendida (SNIS, 2016), tendo como destaque duas cidades: Petrolina, que está em 15º lugar no ranking das 20 melhores cidades em saneamento básico; e Jaboatão dos Guararapes, que está em 5º lugar no ranking das piores cidades no mesmo ranking. Tratando-se apenas de coleta de esgoto, Jaboatão dos Guararapes consta como 4ª pior cidade em índice de atendimento, com 18,95%. (Trata Brasil, 2018e).

Vale ressaltar que este ranking contabiliza apenas as 100 maiores cidades do Brasil em termos de população. No Estado de Pernambuco, por exemplo, tem cidades em situações muito piores que Jaboatão dos Guararapes. É o caso de: Camaragibe, com 2,13%; Cabo de Santo Agostinho, com 3,59%; Igarassu, com 3,76%; Arcoverde, 5,85% e Garanhuns, com 8,09% (SNIS, 2016).

Além disso, é importante lembrar que saneamento básico é diferente de esgotamento sanitário. O saneamento básico inclui, segundo a Lei n. 11.445 de 2007, além de esgotamento sanitário, os serviços de abastecimento de água, limpeza urbana, manejo de resíduos sólidos e drenagem da água das chuvas (MMA, 2019). No entanto, popularmente saneamento básico é tido apenas como os serviços de coleta de esgoto.

### **3.2 Deterioração dos recursos hídricos**

As relações “falta de saneamento-básico e doenças” são costumeiramente muito simplificadas, levando para a maioria das pessoas a ideia de que existe um processo simples de causa e consequência e, por conseguinte, a falta de consciência sobre os processos indiretos de contaminação. Um desses processos trata-se justamente sobre a contaminação de recursos hídricos através de lençóis freáticos.

O motivo para potencial contaminação é que a água de uma fossa tão inadequada quanto as tradicionais – fossa negra ou seca, sumidouros ou até a fossa séptica – infiltra

no solo e flui até chegar ao lençol freático (Hann, 2007; Nascimento Filho, 2005; Oliveira, 2013).

A partir dos lençóis freáticos, a água se distribui nos mananciais subterrâneos e brota em nascentes ou olhos d'água, que por sua vez são a grande fonte provedora de água, que alimentam rios e reservatórios, e esses por sua vez, abastecem cidades, matam a sede e trazem água que é utilizada no-dia-a-dia das pessoas, inclusive no preparo de nossos alimentos (Tucci, 2002).

A qualidade da água que chega às torneiras da cidade depende muito do que é feito na zona rural, de como são manejadas as bacias hidrográficas, os rios, os lençóis freáticos e a como é feita a destinação dos resíduos de esgoto (Ministério da Saúde, 2006).

Não é fácil, no entanto, exigir saneamento básico da população rural no Brasil, quando nem toda a população urbana está sendo acobertada. Na verdade, a política de saneamento básico brasileira é basicamente inviável para ser aplicada em zonas rurais devido à necessidade de uma extensa e dispendiosa rede coletora de esgoto e provedora de água potável para todas as pessoas num país de dimensões continentais e comunidades rurais vivendo longe da cidade (Trata Brasil, 2018d). E os entraves não se resumem apenas à políticas, mas também à cultura da falta de necessidade da “tecnologia” chamada saneamento básico para população rural (Embrapa, 2018).

Na zona urbana, o tratamento de esgoto advindo da rede coletora é possível, mas ainda é muito limitado. Estima-se que apenas 43% da população brasileira tenha acesso a rede coletora com tratamento (Globo, 2017).

O tratamento acontece em unidades operacionais chamadas de Estações de Tratamento de Esgoto (ETE's), onde a companhia de saneamento básico contratada pelo Estado lança mão de processos físicos, químicos e biológicos para reduzir a carga poluente do esgoto e poder devolver esse efluente para o ambiente, livre de contaminantes que possam causar riscos às pessoas ou aos ecossistemas. No fim do processo, o efluente tratado é despejado com segurança em rios, lagos ou praias seguindo a legislação ambiental (Casan, 2018; Tera Ambiental, 2018).

Na zona rural este tratamento de efluentes fica em falta. É necessário, portanto, o emprego de uma tecnologia viável e alternativa, que seja simples e barata para a população rural, e que sirva de modelo de destinação dos resíduos de esgoto ambientalmente correto, ou seja, que não contamine pessoas por contato ou odor, nem os reservatórios de água através dos lençóis freáticos.

### 3.3 Fossa ecológica

Dentre os tipos de fossas, a ecológica, em alguns casos chamada Bacia de Evapotranspiração (Benjamin, 2013; Vieira, 2010), Tanque de Evapotranspiração (Galbiati, 2009; Junior et al, 2013), entre outros nomes (Campos, 2018), é a que mais se enquadra nesses parâmetros, por utilizar microrganismos que ajudam a decompor o resíduo de esgoto e a fornecer água e nutrientes para o crescimento de plantas sem permitir a contaminação dos recursos hídricos.

Nessas fossas ecológicas, o dejetos de esgoto é fermentado numa câmara localizada separadamente ou no interior da bacia e depois liberado dentro de um tanque impermeabilizado. Assim, os nutrientes – agora minerais – e a água sobem, através de metralha, brita e areia, por capilaridade, até as pontas das raízes de plantas (Bernardes, 2014), do tipo sempre verdes, de folhas largas, de crescimento rápido e de alta demanda por água (Figura 1). Ao longo desse processo, grandes quantidades de água são absorvidas e liberadas na atmosfera através da evapotranspiração e os nutrientes são absorvidos e fixados na forma de biomassa vegetal (Galbianti, 2009; Júnior et al, 2006).

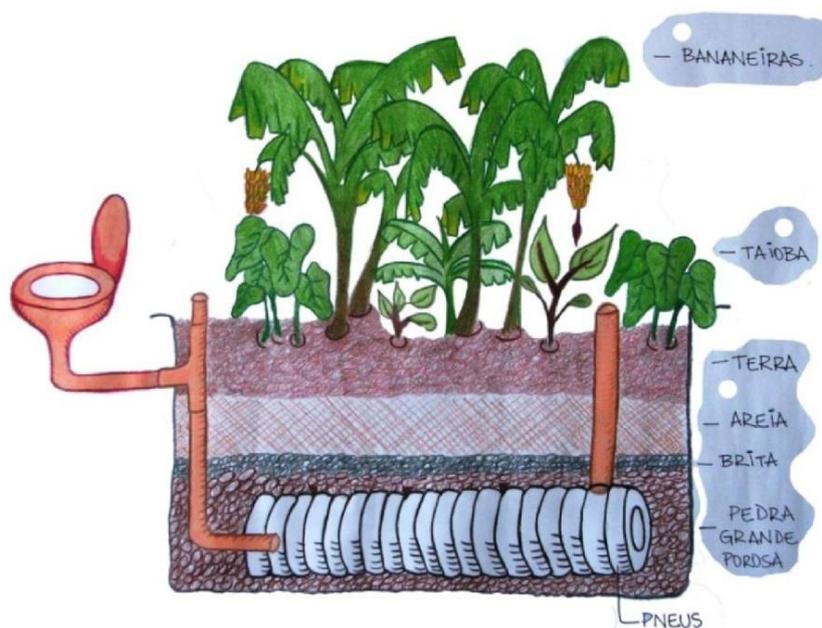


Figura 1 – Estrutura da fossa ecológica (Vieira, 2010 citado por Benjamin, 2013).

No entanto, existe algumas variantes de fossa ecológica, à exemplo a desenvolvida pelo IPEC (2009), onde no lugar dos pneus, é feita uma câmara com tijolos furados (Figura 2); outra onde a câmara de fermentação é um tanque à parte; e ainda outra que existe duas câmaras de fermentação, separando águas negras

(provenientes do vaso sanitário) de águas cinzas (provenientes de pias, ralos e máquina de lavar), já que o sabão reduz a atividade bacteriana de decomposição das fezes; após a fermentação, o resíduo de águas negras e cinzas se juntam e seguem para dentro do tanque de evapotranspiração; esse é o caso do modelo de Rocha (2001) e do modelo comercial Ecofossa (2019).

A tecnologia da fossa ecológica é inclusive recomendada para a região semiárida nordestina, onde a taxa de assistência de coleta de esgoto é muito baixa e a pouca água disponível para população sofre processos avançados de eutrofização (Coelho et al, 2018).

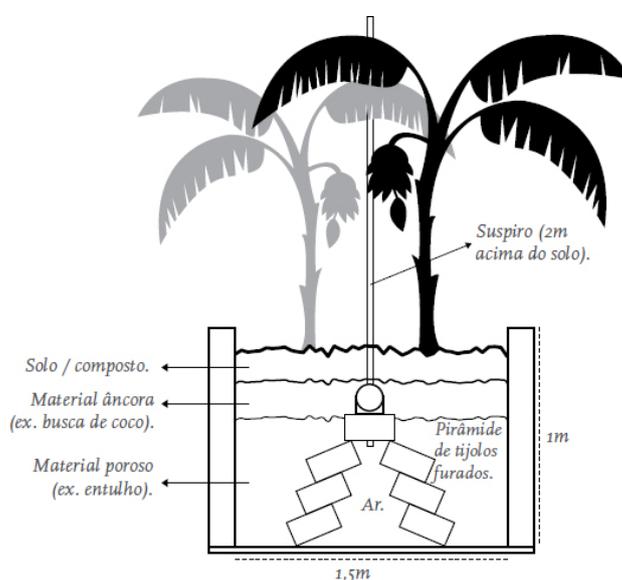


Figura 2 – Estrutura da fossa ecológica (IPEC, 2009).

### 3.4 Educação ambiental

Sobre o problema da falta de saneamento básico e da falta da aplicação de tecnologias alternativas, a Educação Ambiental (EA) entra como elemento-chave: para a conscientização da sociedade como um todo, para mudança de comportamentos e para constituição de pessoas que possam fazer a diferença neste cenário de problemas socioambientais (Jacobi, 2003).

É por meio da EA que se desperta a vontade de mudar o presente e de construir um novo futuro, através das atitudes individuais e a responsabilidade sobre suas próprias ações (Carvalho e Silva Junior, 2014).

Este potencial da EA existe por causa da sua abordagem interdisciplinar e prática da realidade, por poder lançar mão de inúmeras ferramentas de aprendizagem – entre

elas um rico debate sobre a convivência saudável entre humanos e também de humanos com meio ambiente – e por considerar o ouvinte como agente ativo de mudanças, instigando-o a praticá-las (Dias et al, 2016), por causa do ônus da consciência – cometer um erro sabendo que é um erro – e da empatia – fazer mal à algo ou à alguém sabendo disso.

Este incentivo a mudanças é, na maioria das vezes, impulsionado por meio do processo de percepção dos indivíduos quanto ao que acontece no seu ambiente, podendo o levar a um sentimento de indignação quanto à violação de seus próprios direitos a ter uma vida ou ambiente saudável e acesso aos recursos naturais, como também à violação dos direitos das gerações futuras e o direito de outros seres vivos de viverem e de ecossistemas de permanecerem em equilíbrio para poderem sustentar a própria humanidade (Dias et al, 2016; Pinheiro & Günther, 2008).

Um dos termos mais aplicados na Educação Ambiental e que são colocados em questão é “recursos naturais”. Partindo do pressuposto que recursos naturais como solos, água, ar, vegetação e fauna são recursos não renováveis, os ouvintes tomam consciência que ou seus recursos estão sendo exauridos ou estão sendo degradados, e que eles podem ter os mesmos direitos de uso quanto aqueles que os tem explorado como propriedade privada ou os tem degradado sem responsabilização (Jacobi, 2003).

Portanto, após o processo de aprendizagem das EA por percepção, é gerado a união de dois grandes sentimentos: conscientização – com mudança de ideias e atitudes, em algum nível – e apropriação – com aproximação das pessoas ao meio ambiente e às políticas públicas e privadas que modificam esse meio.

### **3.5 Maquetes como forma de aprendizagem**

Os métodos de ensino na Educação Ambiental são muito diversos e dinâmicos, dentre eles: aula expositiva, seminários, mesa-redonda, vídeos, produção de cartazes, projetos, mapas conceituais e maquetes (Freitas, 2009; Rosa et al, 2015). Esta última destaca-se como ferramenta de ensino demonstrativo, onde o mundo ou o meio ambiente cabe dentro da sala de aula. É a única ferramenta que consegue representar a tridimensionalidade do espaço e a complexidade de relevos (Pitano & Roqué, 2015), o que acontece debaixo da superfície do solo e no ciclo da água.

O uso de maquetes na EA tem como função especial estabelecer uma ponte entre o abstrato teórico e a realidade, simulando em sala de aula aquilo que acontece no meio

ambiente e permitindo os observadores de visualizar, analisar, comparar e hipotetizar sobre os fenômenos ambientais que ali são representados (Freitas, 2009).

Além disso, a miniaturização obtida em maquetes permite aos alunos a observação do sistema como um todo e em sua complexidade, incluindo os processos físicos, ambientais e ecológicos, todos ocorrendo simultaneamente (Valencio et al, 2009).

Cada maquete desenvolvida possui estrutura e peculiaridade de acordo com o tema abordado em sala de aula, podendo assim serem chamadas de maquetes temáticas. Mas há outras denominações e peculiaridades, como maquetes interativas (Valencio et al, 2009; Rosa et al, 2015), que tratam-se de maquetes temáticas em que o público pode interagir com elas.

De acordo com Valencio et al (2009), maquetes interativas são recursos didáticos que podem ser utilizados para simular e representar a ocorrência de desastres ambientais e, assim, sensibilizar as pessoas sobre os perigos locais iminentes. Porém a audiência não é apenas audiência, é sujeito ativo de mudança; faz parte do problema, como também faz parte da solução (Dias et al, 2016; Rosa et al, 2015). E não é apenas o público que ganha conhecimento, o profissional que realiza a maquete aprende a construir materiais didáticos atraentes e lúdicos, aprende a manejar novos tipos de materiais, como também escuta a percepção do público e as suas reais preocupações e necessidades (Pitano & Roqué, 2015).

#### 4 MATERIAIS E MÉTODOS

A maquete temática “deterioração dos recursos hídricos”, cerne desta monografia, foi elaborada seguindo o modelo criado pelo professor Paulo Roberto Jaques Dill, do ano de 2012 (Figura 3). Tanto a maquete como o modelo foram criados no Laboratório de Projetos Ambientais da Universidade Federal Rural de Pernambuco – Unidade Acadêmica de Garanhuns (UFRPE-UAG).

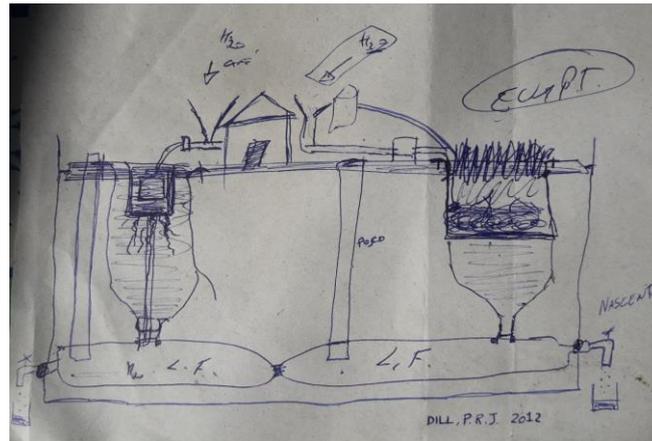


Figura 3 – Modelo da maquete temática “deterioração dos recursos hídricos” desenvolvida na UFRPE-UAG no ano de 2012.

A Maquete simula duas propriedades rurais com uso e ocupação de solo diferentes, onde uma propriedade desenvolve suas atividades agropecuárias respeitando os recursos naturais renováveis, mantendo nascentes preservadas e tratando as águas servidas da propriedade (Figura 4) (figura ampliada em Anexo 1), utilizando o método de Tratamento de Efluentes Caseiros (Rocha 2001). Nesta propriedade a água armazenada no solo vai brotar na nascente com boa qualidade e quantidade.

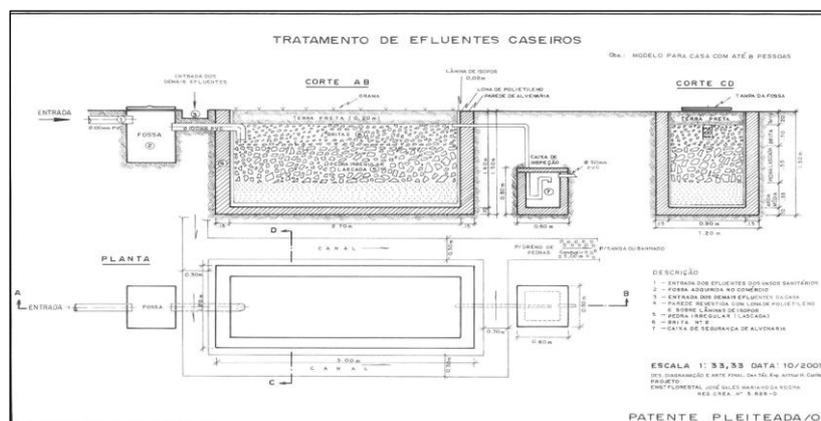


Figura 4 – Protótipo do Tratamento de Efluentes Caseiros criado por Rocha (2001).

A segunda propriedade desenvolve suas atividades agropecuárias sem respeitar os recursos naturais renováveis, com desmatamentos, erosões do solo, deterioração das nascentes e com a contaminação da água subterrânea através da utilização de um fossa negra (Figura 5), para tratar as águas servidas, acabando por contaminar a água do lençol freático utilizado pela propriedade.



Figura 5 – Fossa negra contaminando o lençol freático (Imagem: STEBio, 2016).

Essa maquete foi montada para servir, na Educação Ambiental, como modelo de ensino sobre a contaminação dos recursos hídricos e seria então exposta para alunos do curso de agronomia, como também a estudantes do ensino fundamental e médio que venham a visitar a Sala Verde da UFRPE-UAG.

Aos alunos universitários do Curso de Agronomia, a ideia seria mostrar como podemos desenvolver oficinas que mudem a percepção de alunos ou de agricultores – este últimos providos principalmente de conhecimento empírico – consigam perceber o que acontece no meio ambiente a partir das ações tomadas em casa ou no meio rural. Essa abordagem, também recomendada pela Extensão Rural, segundo Paulo Freire (1983), é extremamente importante para que o agrônomo possa dialogar com os agricultores e trazer os conhecimentos técnicos para aliar com os conhecimentos empíricos da população rural.

Aos alunos do ensino fundamental e médio, o objetivo seria aplicar o conhecimento não através do método tradicional de ensino, baseado em memorização, mas num método alternativo baseado na percepção, que, de forma lúdica, atraia mais a

atenção e leve mais compreensão para os alunos (Dias et al, 2016; Pinheiro & Günther, 2008).

A montagem da maquete foi executada a partir do seguinte plano:

- I. Elaboração da ideia central da Maquete;
- II. Reflexão sobre os tipos de materiais que poderiam ser utilizados;
- III. Aquisição de materiais;
- IV. Preparação de materiais para uso;
- V. Montagem estrutural;
- VI. Testes e correções de funcionamento;
- VII. Finalização estética (detalhes artísticos e inserção de plantas);
- VIII. Estabilização (flúidos e plantas);
- IX. Oficina Ambiental - Maquete Temática - Deterioração dos Recursos Hídricos

## **5 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **I. Elaboração da ideia central da maquete**

A Maquete temática “deterioração dos recursos hídricos”, desenvolvida na Universidade Federal Rural de Pernambuco pelo professor da disciplina de Educação Ambiental Técnica no ano de 2012, tem como ideia a demonstração em sala de aula de uma maquete que simule duas propriedades rurais, uma ecologicamente correta e outra onde ocorre a contaminação do lençol freático e das nascentes através da utilização de fossa negra.

A partir da escolha do método – o tipo de maquete temática e o tema – foram determinadas as dimensões que a maquete a ser montada teria, onde adotou-se as seguintes medidas, de 85 cm de comprimento, 44 cm de altura e 30 cm de largura. As dimensões foram determinadas para oferecer boa área de trabalhabilidade e dar espaço a utilização de materiais fáceis de serem encontrados, numa escala fácil de ser visualizada pelo público.

### **II. Reflexão sobre os tipos de materiais que poderiam ser utilizados**

O primeiro material a ser pensado foi sobre qual poderia ser a estrutura de sustentação central da maquete, o alicerce onde seria construído o que desejaríamos. A madeira foi tida como opção ideal. A espécie – *Pinus sp.* – por ser um material leve, para manuseio dentro do laboratório, e resistente ao tempo e a umidade.

O segundo material pensado foi aquele que permitisse a visualização interna da maquete em uma perspectiva de corte transversal, onde poderia se ver as propriedades rurais, na superfície, e as camadas do solo por entre as fossas e os lençóis freáticos na subsuperfície. O vidro foi o material mais interessante por sua transparência e boa estética, além de poder ser encomendado nas dimensões desejadas.

Para representar fossas e lençóis freáticos, o material escolhido foi potes plásticos de cozinha, pois estes seriam leves, transparentes e de baixo custo. Uma alternativa também possível seria a encomendação de potes de vidro, que poderiam até ser mais transparentes e esteticamente interessantes, porém elevariam os custos da construção da maquete.

Para o transporte de fluidos (água ou água com corantes) de um pote para outro, por gravidade, existe um grande universo de materiais, porém qualquer um deles

exigiria criatividade para ser encontrado e adaptado em sua aplicação dentro da maquete. Aqui mangueiras de soro hospitalar foram a opção escolhida, por serem de pequeno diâmetro, flexíveis e de boa trabalhabilidade.

Para representar as camadas do solo foi escolhido pó de serragem, com diferentes texturas (tamanhos dos grânulos de serragem) para assim simbolizar camadas diferentes de solo. Uma alternativa experimentada porém não aprovada foi a de uso de terra propriamente dita para representar as camadas de solo. O problema do uso de terra é que a maquete se tornaria muito pesada, difícil de ser carregada, as mangueiras seriam esmagadas e os vidros precisariam ser muito mais grossos para suportar a pressão. Portanto, a decisão foi de adotar o pó de serragem, que além de ser mais leve, poderia possuir diferentes cores e texturas.

Na “superfície do solo” foi introduzida uma camada de areia para dar fixação, já que o pó de serragem poderia ser facilmente soprado por uma eventual corrente de ar advinda das janelas do laboratório.

Para representar poços artesianos foi escolhido canos PVC, por serem firmes e leves, com diâmetro de 25 mm (1 polegada) para assim reproduzir os poços na escala da maquete.

Para a construção das residências rurais foi utilizado materiais de baixo custo, de fácil aquisição e de boa trabalhabilidade: isopor, palitos de picolé, cola de papel e areia, dando no fim, um aspecto final rústico e humilde, comum nas casas do interior do Nordeste.

Pedaços de madeira foram escolhidos para que, depois de pintados, se tornassem itens externos da casa ambientalmente correta: lixeiras ecológicas e mesa com bancos numa área de recreação.

Para representar a tampa da fossa tradicional, foi escolhido um pedaço de plástico de encadernação, que seria pintado de cor cinza fosco simbolizando a cor do cimento.

Uma muda de planta, conduzida como bonsai, estaria na propriedade ambientalmente correta para representar a harmonia com a natureza desta propriedade. A espécie escolhida foi a de jacarandá (*Jacaranda mimosifolia*), por ser nativa e aparentar ser, uma árvore frondosa de copa aberta, comum no Nordeste brasileiro, a exemplo a tamboril, a baraúna e o pau d’arco.

Por fim, para representar as plantas constituintes do filtro biológico da fossa ecológica, foi escolhido mudas de capim-bermuda (*Cynodon dactylon*), por serem fáceis

de encontrar nas redondezas da UAG e fácil manejo em laboratório, sob a iluminação indireta na janela.

### III. Aquisição de materiais

Os materiais foram adquiridos conforme a disponibilidade, a facilidade de aquisição, o custo e a qualidade do material encontrado, seja no mercado ou nas redondezas da Universidade.

Os materiais que propiciaram custos foram: as placas de vidro, as tábuas de madeira, os potes de plástico, as mangueiras de soro hospitalar e o vinil adesivo.

Os demais materiais foram adquiridos através de a) reaproveitamento de materiais já existentes no Laboratório de Educação Ambiental Técnica e Cartografia, como as tintas, as colas, canos, fitas adesivas e massa corrida; b) nas redondezas da Universidade, como areia e grama; c) doação, como a muda de jacarandá, que foi doada pela sementeira da UAG e o pó de serragem, doado por uma serralheria; e d) reaproveitamento de materiais já existente em casa, como foi os palitos de picolé, isopor e cola.

### IV. Preparação de materiais para uso

Todos os materiais citados e as várias alternativas foram testados, quanto sua adaptabilidade e usabilidade dentro da maquete.

As tábuas de madeira foram cortadas, seguindo as dimensões citadas no “item I” (85 x 44 x 30 cm) com serrote, pregadas com pregos, e em seguida pintadas com tinta preto fosco e colocadas para secar (Figura 6 e 7).



Figura 6 – Visão lateral da estrutura de sustentação, formada por tábuas, na fase de pintura.



Figura 7 – Visão superior da estrutura de sustentação, formada por tábuas, na fase de pintura.

Alguns materiais precisaram ser adaptados, como foi o caso dos potes de plástico, que possuíam proeminências nas bordas para o encaixe de suas tampas. Essas proeminências foram cortadas com estilete, além de que, eles foram furados com furadeira para receber os canos ou mangueiras.

As mangueiras de soro hospitalar foram cortadas e adaptadas para receber ou levar fluidos sem haver vazamentos, infiltrações, compressões ou dobraduras. Os canos também foram cortados e adaptados em sua inserção nos potes para não haver inclinação, decaimento ou vazamento.

## V. Montagem estrutural

Na parte interna da estrutura foram colocadas dois tipos de tábuas de suporte: a) um tipo para possibilitar posterior fixação de placas de vidro; estas placas possuindo 5 mm de espessura, 50 cm comprimento e 42 cm de altura e b) outro tipo para reforço da estrutura de sustentação além de suportes para os potes de plástico (Figura 8).

A altura de cada pote dentro da maquete foi toda refletida e testada junto com as mangueiras, já instaladas nos potes, já que o desnível influenciaria a velocidade de escoamento dos fluidos por gravidade. Furos foram feitos na madeira para a inserção e instalação dessas mangueiras de modo que as manivelas ficassem do lado de fora para permitir o controle da entrada e saída de fluidos (Figura 9).

Já com os suportes dentro da maquete, as mangueiras e o escoamento dentro delas foram testados. A fixação da posição das mangueiras foi feita com fita adesiva transparente (Figura 10 e 11) para que elas não se curvassem em posição diferente da determinada enquanto se colocava os outros elementos.



Figura 8 – Maquete após inserção e instalação das mangueiras e dos potes.

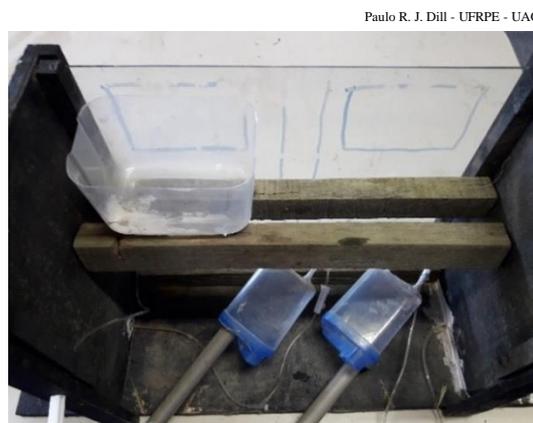


Figura 9 – Maquete após instalação das estruturas de suporte dos potes de plástico que representam as fossas.



Figura 10 – Posição final dos potes onde o lençol freático (pote inferior) recebe resíduos do esgoto (pote superior), assim representando o esquema da propriedade ambientalmente incorreta.



Figura 11 – Posição final dos potes onde o lençol freático (pote inferior) não recebe resíduos do esgoto (pote superior), assim representando o esquema da propriedade ambientalmente correta.

Depois dos lençóis freáticos, a água escoa pelas mangueiras e saem nas nascentes, cada uma de um lado. A elaboração dessas nascentes na maquete é explorada no “item VII – finalização estética”.

A preparação da fossa ecológica (Tratamento de Efluentes Caseiros) na maquete foi pensada para seguir a mesma ordem dos passos recomendados por Rocha (2001).

- i. Estruturação física e impermeabilização (Figura 12 e 13), para que não haja infiltração e consequente contaminação do lençol freático abaixo;



Figura 12 – Pote plástico preparado para aplicação na maquete.



Figura 13 – Lona plástica cobrindo estrutura de alvenaria.

- ii. Colocação de pedras (Figura 14 e 15), que funcionam como filtro físico grosso;



Figura 14 – Pote plástico com brita representando a etapa de alocação de pedras na construção da fossa ecológica. Figura 15 – Pedras alocadas dentro da fossa ecológica.

- iii. Colocação de areia (Figura 16 e 17), que funciona como filtro físico fino, e terra vegetal, que funciona como substrato para plantas;



Figura 16 – Pote plástico com brita e areia representando a etapa de colocação de areia e terra vegetal na construção da fossa ecológica. Figura 17 – Fossa ecológica com areia e terra vegetal depositados.

- iv. Colocação de plantas (Figura 18 e 19), que funcionarão como filtro biológico, absorvendo água com nutrientes pelas raízes e liberando água para atmosfera através da evapotranspiração;

Paulo R. J. Dill - UFRPE - UAG



Figura 18 – Pote plástico com brita, areia e grama representando a fossa ecológica pronta..

Paulo R. J. Dill - UFRPE - UAG



Figura 19 – Fossa ecológica após o plantio.

Na Figura 18, observa-se a presença de uma mangueira, a qual é necessária para introduzir água para a irrigação da gramínea. Na maquete, esta mangueira representa a tubulação de entrada do resíduo de esgoto na fossa ecológica.

## VI. Testes e correções

Finalmente, toda a estrutura da maquete pôde ser colocada em teste e ser vista funcionando como um todo, em sistema (Figura 20 e 21). Um rejunte de uma das mangueiras foi observado com vazamentos e consertado. Logo mais, o sistema estava funcionando perfeitamente e os próximos passos da construção da maquete já poderiam ser tomados

Paulo R. J. Dill - UFRPE - UAG



Figura 20 – Visão posterior do sistema da maquete.

Paulo R. J. Dill - UFRPE - UAG



Figura 21 – Visão superior transversal do sistema da maquete.

Sobre a Figura 20, é importante explicar porque a visão é posterior e não frontal. Apesar da aparência da imagem ser da frente do sistema, o que se vê na verdade é o sistema instalado, porém encostado no vidro transparente por trás. Como esta maquete foi pensada para ser observada pela audiência apenas por um dos lados e por possuir largura maior que a largura dos potes, só haverá visibilidade por apenas um lado do sistema. Este lado sem visibilidade é onde fica o maquetista, construindo a maquete, e, no futuro, o instrutor controlando a entrada e saída de fluidos (observar presença das manivelas nas Figuras 20 e 21). Essa diferença entre a frente e a trás da maquete fica mais clara se observarmos as Figuras 32 e 33.

Durante a montagem estrutural, um dos vidros ficou alocado e o outro não para que todo o sistema pudesse ser instalado. No fim dessa etapa, o segundo vidro foi colocado e o pó de serragem começou a ser depositado e assentado (Figura 22), dando início a mais uma etapa da construção da maquete: a finalização estética.

## VII. Finalização estética

Antes da colocação do pó de serragem, foi tomado o cuidado de manter as mangueiras sempre preenchidas com água, para que o peso da serragem não as comprimisse ou esmagasse. Além disso, todas as aberturas foram fechadas com fita isolante para evitar a entrada de poeira que obstruísse as finas tubulações das mangueiras.



Paulo R. J. Dill - UFRPE - UAG



Paulo R. J. Dill - UFRPE - UAG

Figura 22 – Colocação do pó de serragem.      Figura 23 – Pó de serragem imitando solo.

Com a colocação do pó de serragem (Figura 22, 23, 24 e 25), toda a maquete começou a tomar forma (Figura 26 e 27). Logo pôde-se observar os espaços da superfície e alocar o bonsai e a casa da propriedade ambientalmente correta. Para

manter a planta viva e o pó de serragem livre de umidade, o bonsai foi colocado em um recipiente plástico, que pode ser irrigado isoladamente.



Figura 24 – Pó de serragem em nivelamento com a base das fossas.



Figura 25 –. Maquete praticamente toda preenchida com pó de serragem.

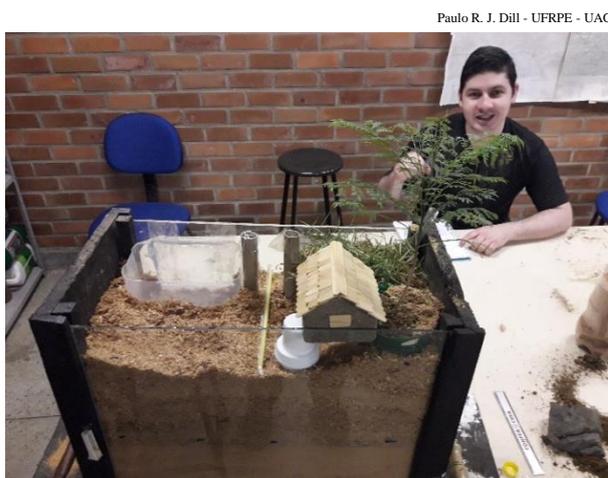


Figura 26 – Maquete tomando forma após colocação do pó de serragem (visão posterior).



Figura 27 – Maquete tomando forma após colocação do pó de serragem (visão frontal).

Pode-se observar que, na Figura 26, o pó de serragem foi praticamente depositado por completo e a distribuição de espaços dentro de uma propriedade (no caso, a ambientalmente correta) foi testada. E a propriedade ambientalmente incorreta está apenas com um pote plástico. Isso muda quando ocorre a finalização da colocação de pó de serragem desse lado, junto com a colocação da tampa da fossa do tipo sumidouro e a residência rural (Figura 28 e 29), formando praticamente em completude a superfície da maquete (Figura 28 e 29).

Paulo R. J. Dill - UFRPE - UAG



Figura 28 – Visão frontal da propriedade rural com fossa do tipo sumidouro.

Paulo R. J. Dill - UFRPE - UAG



Figura 29 – Visão superior da propriedade rural com fossa do tipo sumidouro.

Paulo R. J. Dill - UFRPE - UAG



Figura 30 – Visão em perspectiva da superfície da maquete.

Paulo R. J. Dill - UFRPE - UAG



Figura 31 – Visão superior da superfície da maquete.

A maquete pode ser vista de frente e de trás nas Figuras 32 e 33.

Paulo R. J. Dill - UFRPE - UAG



Figura 32 – Visão frontal da maquete.

Paulo R. J. Dill - UFRPE - UAG



Figura 33 – Visão posterior da maquete.

As laterais da maquete, por sua vez, também foram artisticamente trabalhadas. A água que sai dos lençóis freáticos passa pela parede de madeira e vai constituir as nascentes, uma de cada lado com a qualidade correspondente ao tratamento dos resíduos de esgoto (Figuras 34 e 35)).

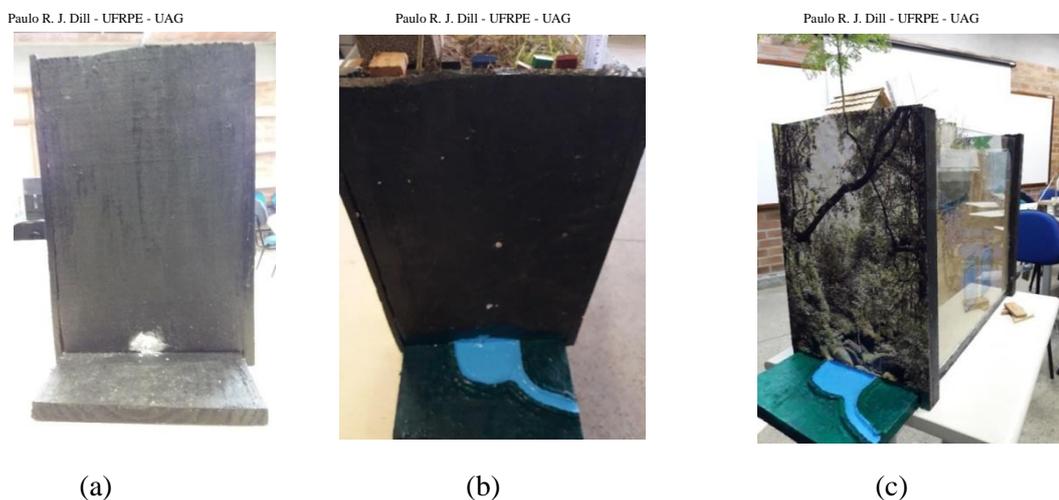


Figura 34 – Evolução da elaboração da nascente do lado ambientalmente correto.

As bacias das nascentes foram elaboradas com massa corrida e pintadas com tinta guache. Na encosta foi colada uma folha de vinil adesivo, nas dimensões 44 x 30 cm, com arte sobre situação da respectiva nascente, se degradada ou conservada.

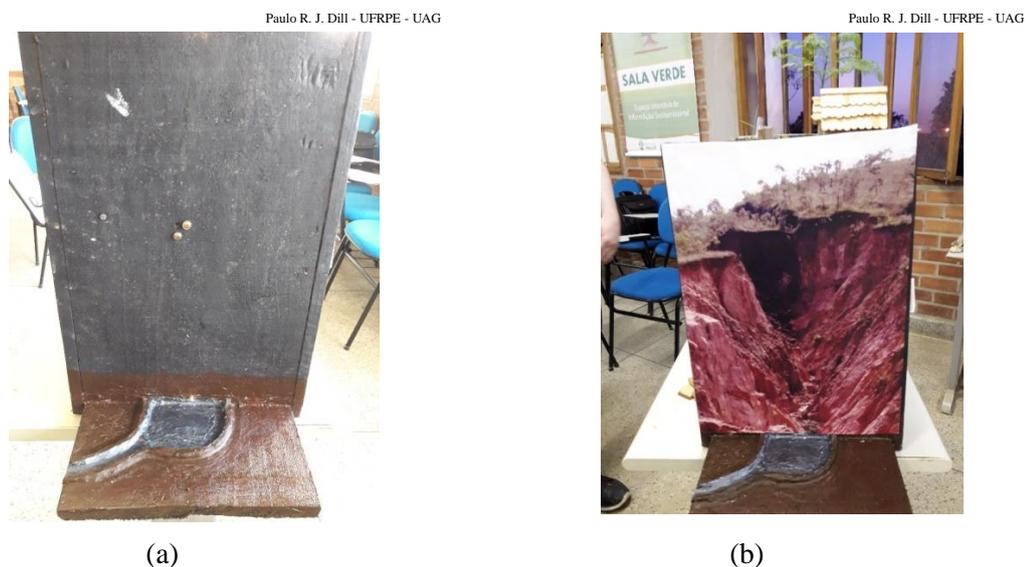


Figura 35 – Nascente da propriedade ambientalmente incorreta.

## VIII. Estabilização

Para estabilização das plantas (jacarandá e capim-bermuda), a maquete foi levada para próximo às janelas de vidro do Laboratório de Educação Ambiental Técnica e Cartografia e regadas com frequência.

Para a manutenção do sistema em funcionamento, as mangueiras precisam ser mantidas sempre preenchidas com fluidos, aqui referidos como água (lado ambientalmente correto) e café coado (lado ambientalmente incorreto).

## IX. Oficina Ambiental: “maquete temática: deterioração dos recursos hídricos”

A Oficina Ambiental foi desenvolvida no dia 06 de dezembro de 2018 na Sala Verde da UFRPE-UAG para a turma de Educação Ambiental Técnica do curso de Agronomia da Unidade Acadêmica de Garanhuns. O funcionamento da maquete temática ocorreu de acordo com o planejado, alcançando todos os objetivos e proporcionando uma ótima percepção relativa a deterioração dos recursos hídricos decorrentes da infiltração do esgoto até o lençol freático e o uso incorretos das nascentes nas propriedades rurais (Figura 36). Esta percepção dos alunos pôde ser constatada através da participação dos mesmos durante a oficina.

Paulo R. J. Dill - UFRPE - UAG



Figura 36 – Apresentação da Oficina

## 6 CONCLUSÃO

A utilização de fossas inadequadas contamina o lençol freático e as nascentes dos rios subjacentes. A Estação de Tratamento de Efluentes Caseiros é uma alternativa viável que não contamina o lençol freático e as nascentes. A maquete temática funcionou como planejado, reproduzindo, próximo da realidade, dois modelos de esgotamento sanitário, onde visualmente pode-se observar diferenças na qualidade da água (Figura 37). A maquete temática pode ser trabalhada em turmas de Educação Ambiental para demonstrar a contaminação dos recursos hídricos através do sistema de esgotamento sanitário.

Paulo R. J. Dill - UFRPE - UAG



Figura 37. Resultado observável da diferença na qualidade da água obtida em cada um dos lados da maquete.

## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A maquete “deterioração dos recursos hídricos” pode ser replicada e melhorias estruturais serem empregadas. O conhecimento dessas melhorias é fruto deste trabalho científico. Dentre as melhorias inclui-se:

- i. Os potes de plástico podem ser substituídos por potes de vidro sob medida, o que reduziria o trabalho de adequação do material à parede de vidro e melhoraria a visibilidade do conteúdo pela audiência;
- ii. As mangueiras hospitalares podem ser substituídas por outro tipo de mangueira que tenha rigidez maior e suporte a pressão do pó de serragem sem ceder ou dobrar, a exemplo mangueiras de bebedouro pendular aviário.

A construção da maquete “deterioração dos recursos hídricos” representa significativamente o semeio de uma ideia para o saneamento rural no Brasil, visto que a rede coletora de esgoto não assiste a população longe das cidades e alternativas propostas por ONGs e instituições governamentais são aplicadas apenas pontualmente em alguns locais.

É necessário se atentar que, mesmo havendo essas alternativas ao saneamento rural, a população permanece utilizando sistemas rudimentares e potencialmente poluentes. Existem vários problemas que, somados, explicam o motivo disso acontecer:

- i. Baixa divulgação das fossas ecológicas pela mídia e pelas escolas: a Educação Ambiental em ambas as esferas poderia ajudar a resolver esse problema;
- ii. Baixa divulgação dessas tecnologias pelo governo e pelas universidades: a Extensão Rural poderia contribuir para resolução desse problema;
- iii. Falta de políticas públicas e incentivo financeiro pelo governo para construção em massa de fossas ecológicas, assim como foi feito no Programa Cisternas do governo federal (Brasil, 2019a) pela Lei 12.873/2013 (Brasil, 2019b);
- iv. Muitas fossas ecológicas propostas são complexas e exigem profissionais capacitados para sua construção, o que exige maior custo financeiro e leva a baixa adesão pela população mais pobre, ao mesmo tempo a mais necessitada da tecnologia.

A maquete temática “deterioração dos recursos hídricos” é uma forma de se trabalhar Educação Ambiental na escola ou no campo, mas para haver uma ampla disseminação da fossa faz-se necessário a existência de programas de Extensão

Universitária e Extensão Rural. Assim, alunos do ensino fundamental e médio, população rural, autoridades governamentais e sociedade civil como um todo podem conhecer a ideia e aplicá-la.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BENJAMIN, A.M. **Bacia de evapotranspiração: tratamento de efluentes domésticos e de produção de alimentos**. Dissertação de mestrado em Engenharia Agrícola – Universidade Federal de Lavras, 2013. 50 p. Disponível em: [http://repositorio.ufla.br/jspui/bitstream/1/1701/3/DISSERTACAO\\_Bacia%20de%20evapotranspira%C3%A7%C3%A3o....pdf](http://repositorio.ufla.br/jspui/bitstream/1/1701/3/DISSERTACAO_Bacia%20de%20evapotranspira%C3%A7%C3%A3o....pdf). Acesso em: 2 fev. 2019.

BERNARDES, F.S. Avaliação do tratamento domiciliar de águas negras por um Tanque de Evapotranspiração (TEvap). **Revista Especialize Online IPOG**, v. 1, n. 7, jul. 2014. Disponível em: <https://www.ipog.edu.br/download-arquivo-site.sp?arquivo=avaliacao-do-tratamento-domiciliar-de-aguas-negras-por-um-tanque-de-evapotranspiracao-tevap-114161310.pdf>. Acesso em: 4 fev. 2019.

BRASIL. Ministério da Cidadania. Secretaria Especial do Desenvolvimento Social. **Programa Cisternas é uma das melhores políticas públicas do mundo**. Disponível em: <http://mds.gov.br/area-de-imprensa/noticias/2017/agosto/programa-cisternas-e-uma-das-tres-melhores-politicas-publicas-do-mundo>. Acesso em: 5 fev. 2019a.

BRASIL. Ministério da Cidadania. Secretaria Especial do Desenvolvimento Social. **Programa Cisternas**. Disponível em: <http://mds.gov.br/assuntos/seguranca-alimentar/aceso-a-agua-1/programa-cisternas>. Acesso em: 5 fev. 2019b.

CAMPOS, P.E.R. **O sistema de saneamento ecológico evapotranspirante: um legado permacultural ao saneamento básico**. 2018. Disponível em: <https://permaforum.files.wordpress.com/2018/05/o-sistema-de-saneamento-ecolc3b3gico-evapotranspirante-um-legado-permaculturalao-saneamento-bc3a1sico.pdf>. Publicado em: mai. 2018. Acesso em 2 fev. 2019.

CASAN – Companhia Catarinense de Águas e Saneamento. **ETE – Estação de Tratamento de Esgotos Sanitários**. Disponível em: <https://www.casan.com.br/menu-conteudo/index/url/ete-estacao-de-tratamento-de-esgotos-sanitarios#0>. Acesso em: 5 dez. 2018.

CARVALHO, M.G.M.; Silva Junior, M.G. Análise da transversalidade da educação ambiental na fase II do ensino fundamental da rede pública municipal e estadual de Goiânia-GO. **Revista Eletrônica de Educação da Faculdade Araguaia**, v. 5, n.5, p. 1-13, 2014. Disponível em: <http://www.fara.edu.br/sipe/index.php/renefara/article/download/184/167>. Acesso em: 24 nov. 2018.

COELHO, C.F.; REINHARDT, H.; ARAÚJO, J.C. Fossa verde como componente de saneamento rural para a região semiárida. **Engenharia Sanitária Ambiental**, v. 23, n. 4, p. 801-810, 2018. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/esa/v23n4/1809-4457-esa-23-04-801.pdf>. Acesso em: 15 fev. 2019.

DIAS, L.S.; MARQUES, M.D., DIAS, L.S. Educação, educação ambiental, percepção ambiental e educomunicação. *In*: Dias, L.S.; Leal, A.C.; Carpi Junior, S. Educação Ambiental: conceitos, metodologias e práticas. **Associação dos Amigos da Natureza da Alta Paulista**, 2016, n. 1, p. 12-44. Disponível em: [https://www.researchgate.net/profile/Antonio\\_Fluminhan/publication/309179299\\_Utilizacao\\_do\\_Acervo\\_Educacional\\_de\\_Ciencias\\_Naturais\\_da\\_Unoeste\\_para\\_a\\_Educacao\\_Ambiental/links/5803024408a](https://www.researchgate.net/profile/Antonio_Fluminhan/publication/309179299_Utilizacao_do_Acervo_Educacional_de_Ciencias_Naturais_da_Unoeste_para_a_Educacao_Ambiental/links/5803024408a)

e310e0d9dec44/Utilizacao-do-Acervo-Educacional-de-Ciencias-Naturais-da-Unoeste-para-a-Educacao-Ambiental.pdf. Acesso em: 23 nov. 2018.

EMBRAPA. **Saneamento básico rural**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/tema-saneamento-basico-rural>. Acesso em: 12 out. 2018.

FRAGMAQ. **Doenças causadas pela falta de saneamento básico**. Disponível em: <https://www.agmaq.com.br/blog/doencas-causadas-falta-saneamento-basico/>. Acesso em: 5 dez. 2018.

FREIRE, P. **Extensão ou Comunicação**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1993. 93 p. Disponível em: [https://www.emater.tche.br/site/arquivos\\_pdf/teses/Livro\\_P\\_Freire\\_Extensao\\_ou\\_Comunicacao.pdf](https://www.emater.tche.br/site/arquivos_pdf/teses/Livro_P_Freire_Extensao_ou_Comunicacao.pdf). Acesso em: 15 fev. 2019.

FREITAS, M.R. **Metodologias em educação ambiental formal e não-formal para a conservação do sistema socioecológico**. Tese de doutorado em Engenharia Florestal – Universidade Federal de Lavras, 2009, 183 p. Disponível em: [http://repositorio.ufla.br/bitstream/1/4628/1/TESE\\_Metodologias%20em%20educa%C3%A7%C3%A3o%20ambiental%20formal%20e%20n%C3%A3o%20formal%20para%20a%20conserva%C3%A7%C3%A3o%20do%20sistema%20socioecol%C3%B3gico.pdf](http://repositorio.ufla.br/bitstream/1/4628/1/TESE_Metodologias%20em%20educa%C3%A7%C3%A3o%20ambiental%20formal%20e%20n%C3%A3o%20formal%20para%20a%20conserva%C3%A7%C3%A3o%20do%20sistema%20socioecol%C3%B3gico.pdf). Acesso em: 5 dez. 2018.

GALBIALTI, A.F. **Tratamento domiciliar de águas negras através de tranque de evapotranspiração**. Dissertação de mestrado em Tecnologias Ambientais – Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, 2009, 38 p. Disponível em: <http://fazenda.ufsc.br/files/2017/02/2009-GALBIATTI-Tratamentode-aguas-negras-por-tanque-de-evapotranspiracao.pdf>. Acesso em: 3 fev. 2019.

GLOBO, O. **No Brasil, esgoto de 45% da população não recebe qualquer tratamento**. 4 set. 2017. Disponível em: <https://oglobo.globo.com/economia/no-brasil-esgoto-de-45-da-populacao-nao-recebe-qualquer-tratamento-21865590>. Acesso em: 5 dez. 2018.

HANN, C. B. **Verificação do grau de comprometimento do lençol freático causado pelo lançamento de efluentes provenientes de um sistema de tratamento de águas negras**. Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia Sanitária e Ambiental – Universidade Federal de Santa Catarina, 2007, 58 p. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/124426/136.pdf?sequence=1>. Acesso em: 12 out. 2018.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Estimativa da população residente no Brasil e Unidades da Federação com data de referência em 1º de julho de 2016**. Disponível em: [ftp://ftp.ibge.gov.br/Estimativas\\_de\\_Populacao/Estimativas\\_2016/estimativa\\_dou\\_2016\\_20160913.pdf](ftp://ftp.ibge.gov.br/Estimativas_de_Populacao/Estimativas_2016/estimativa_dou_2016_20160913.pdf). Acesso em: 4 nov. 2018.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios: síntese de indicadores 2014**. Rio de Janeiro: IBGE, 2015. 102 p. Disponível em: <http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv94935.pdf>. Acesso em: 5 dez. 2018.

IPEC – Instituto de Permacultura e Ecovilas do Cerrado. **De olho na água – Guia de Referências – Construindo o canteiro bioséptico e captando água da chuva.** Pirenópolis – GO: Editora Mais Calango, 2009, 30 p. Disponível em: <https://docplayer.com.br/2757210-De-olho-na-agua-guia-de-referencia.html>. Acesso em: 3 fev. 2019.

JACOBI, P. Educação ambiental, cidadania e sustentabilidade. **Cadernos de Pesquisa**, n. 118, p. 189-205, mar. 2003. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/0D/cp/n118/n16834.pdf>. Acesso em: 24 nov. 2018.

JÚNIOR, A.D.M et al. **Utilização de tanques de evapotranspiração para tratamento de esgoto doméstico em residências rurais.** *In:* Encontro Nacional de Engenharia e Desenvolvimento Social, 10. 2006, Rio de Janeiro – RJ. Anais [...] Rio de Janeiro – RJ. Disponível em: <http://www.eneds.net/ocs/index.php/edicoes/eneds2013/paper/viewFile/402/345>. Acesso em: 3 fev. 2019.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Boas práticas no abastecimento de água: procedimentos para minimização dos riscos à saúde.** Brasília: Ministério da Saúde, 2006. 251 p. Disponível em: [http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/boas\\_praticas\\_agua.pdf](http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/boas_praticas_agua.pdf). Acesso em: 12 out. 2018.

MMA – Ministério do Meio Ambiente. **Plano Nacional de Saneamento Básico.** Disponível em: <http://www.mma.gov.br/informma/item/485-plano-nacional-de-saneamento-b%C3%A1sico>. Acesso m: 27 jan. 2019.

NASCIMENTO FILHO, D. G. **Influência das fossas sépticas na contaminação do manancial subterrâneo por nitratos e os riscos para os que optam para o autoabastecimento como alternativa dos sistemas públicos de distribuição de água.** *In:* Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, n. 23, 2005. Disponível em: <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/abes23/II-376.pdf>. Acesso em: 11 out. 2018.

OLIVEIRA, M.C.; SABINO, J. Elementos da permacultura como indutores da sustentabilidade em atrativos turísticos de Bodoquena, Bonito e Jardim, Mato Grosso do Sul. **Observatório de Inovação do Turismo**, v. 7, n. 3, p. 86-110, 2003. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/314432397\\_Elementos\\_da\\_permacultura\\_como\\_indutores\\_da\\_sustentabilidade\\_em\\_atrativos\\_turisticos\\_de\\_Bodoquena\\_Bonito\\_e\\_Jardim\\_Mato\\_Grosso\\_do\\_Sul](https://www.researchgate.net/publication/314432397_Elementos_da_permacultura_como_indutores_da_sustentabilidade_em_atrativos_turisticos_de_Bodoquena_Bonito_e_Jardim_Mato_Grosso_do_Sul). Acesso em: 15 fev. 2015.

PINHEIRO, J. Q.; GÜNTHER, H. **Métodos de pesquisa nos estudos pessoa-ambiente.** São Paulo: Casa do Psicólogo, 2008. Disponível em: <https://psiambiental.files.wordpress.com/2016/03/pg-metodo-cap12.pdf>. Acesso em: 15. Fev. 2018.

PITANO, S.C.; ROQUÉ, B.B. **O uso de maquetes no processo de ensino-aprendizagem segundo licenciados em geografia.** Educação Unisinos, v. 19, n. 2, p. 273-282, 2015. Disponível em: <http://revistas.unisinos.br/index.php/educacao/article/view/edu.2015.192.11/4713>. Acesso em: 15 fev. 2018.

PNAD. **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios: síntese de indicadores 2014.** Rio de Janeiro: IBGE, 2015. 102 p. Disponível em: <http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv94935.pdf>. Acesso em: 5 dez. 2018.

PORTAL G1. **Saneamento avança, mas Brasil ainda joga 55% de esgoto que coleta na natureza, diz estudo**. 18 abr. 2018. Disponível em: <https://g1.globo.com/economia/noticia/saneamento-avanca-mas-brasil-ainda-joga-55-do-esgoto-que-coleta-na-natureza-diz-estudo.ghtml>. Acesso em: 10 out. 2018.

PORTAL G1. **Saneamento melhora, mas metade dos brasileiros segue sem esgoto no país**. 19 fev. 2017. Disponível em: <https://g1.globo.com/economia/noticia/saneamento-melhora-mas-metade-dos-brasileiros-segue-sem-esgoto-no-pais.ghtml>. Acesso em: 10 out. 2018.

ROCHA, J.S.M. **Educação Ambiental Técnica para os ensinos fundamental, médio e superior**. Brasília – DF: Associação Brasileira de Entidades de Assistência Social (ABEAS), 530 p. 2001.

ROSA, T.S et al. A Educação Ambiental como estratégia para a redução de riscos socioambientais. **Ambiente e Sociedade**, n. 3, v. 18, p. 211-230, 2015. Disponível em: [https://www.researchgate.net/profile/Marcos\\_Mendonca4/publication/283817728\\_A\\_EDUCACAO\\_AMBIENTAL\\_COMO ESTRATEGIA PARA A REDUCAO DE RISCOS SOCIOAMBIENTAIS/links/56677f5e08ae34c89a025949.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Marcos_Mendonca4/publication/283817728_A_EDUCACAO_AMBIENTAL_COMO ESTRATEGIA PARA A REDUCAO DE RISCOS SOCIOAMBIENTAIS/links/56677f5e08ae34c89a025949.pdf). Acesso em: 25 nov. 2018.

SNIS – Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. **Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos – 2016**. Disponível em: <http://www.snis.gov.br/diagnostico-agua-e-esgotos/diagnostico-ae-2016>. Acesso em: 10 out. 2018.

SOUZA, G.R. et al. **Saneamento básico em comunidades rurais de Lavras – Minas Gerais**. In: Congresso Nacional de Saneamento e Meio Ambiente e Feira Nacional de Saneamento e Meio Ambiente, 28, 2017. São Paulo – SP. Anais... São Paulo: Sabesp, 2017. Disponível em: <https://www.tratamentodeagua.com.br/wp-content/uploads/2018/04/I-135.pdf>. Acesso em: 5 dez. 2018.

STEBio – Sistema de Tratamento de Esgoto Biológico. **Motivos para não se ter fossa negra**. 16 Jul. 2016. Disponível em: <https://www.stebio.com.br/single-post/2016/07/26/Motivos-para-n%C3%A3o-se-ter-Fossa-Negra>. Acesso em: 20 dez. 2018.

TERA AMBIENTAL. **Estação de tratamento de esgoto: conheça as principais etapas**. 18 jan. 2018. Disponível em: <https://www.teraambiental.com.br/blog-da-tera-ambiental/estacao-de-tratamento-de-esgoto-etapas-dos-tratamentos>. Acesso em: 5 dez. 2018.

TRATA BRASIL, INSTITUTO. **Esgoto**. Disponível em: <http://www.tratabrasil.org.br/saneamento/principais-estatisticas/no-brasil/esgoto>. Acesso em: 10 out. 2018a.

TRATA BRASIL, INSTITUTO. **Saúde**. Disponível em: <http://www.tratabrasil.org.br/saneamento/principais-estatisticas/no-brasil/saude>. Acesso em: 11 out. 2018b.

TRATA BRASIL, INSTITUTO. **Conheça algumas doenças causadas pela falta de saneamento básico**. Disponível em: <http://www.tratabrasil.org.br/blog/2018/02/27/doencas-falta-de-saneamento-basico/>. Acesso em: 5 dez. 2018c.

TRATA BRASIL, INSTITUTO. **Como é o cenário de saneamento básico em área rural?** 9 fev. 2017. Disponível em: <http://www.tratabrasil.org.br/blog/2017/02/09/o-saneamento-em-area-rural/>. Acesso em: 5 dez. 2018d.

TRATA BRASIL, INSTITUTO. **Ranking do Saneamento 2018**. São Paulo – SP: GO Associados, n. 1. Abr. 2018e. Disponível em: <http://www.tratabrasil.org.br/images/estudos/itb/ranking-2018/realatorio-completo.pdf>. Acesso em: 23 jan. 2019.

TUCCI, C.E.M. **Água no meio urbano**. *In*: Rebouças, A.C.; Braga, B.; Tundisi, J.G. **Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação**. São Paulo – SP: Escrituras, 2002. n.2, v.1, p. 475-508. Disponível em: [http://www.mpf.mp.br/atuacao-tematica/ccr4/importacao/institucional/grupos-de-trabalho/encerrados/residuos/documentos-diversos/outros\\_documentos\\_tecnicos/curso-gestao-do-terrimorio-e-manejo-integrado-das-aguas-urbanas/aguanomeio%20urbano.pdf](http://www.mpf.mp.br/atuacao-tematica/ccr4/importacao/institucional/grupos-de-trabalho/encerrados/residuos/documentos-diversos/outros_documentos_tecnicos/curso-gestao-do-terrimorio-e-manejo-integrado-das-aguas-urbanas/aguanomeio%20urbano.pdf). Acesso em: 8 dez. 2018.

VALENCIO, N.; SIENA, M.; MARCHEZINI, V. **Maquetes interativas: fundamentos teóricos, metodológicos e experiências de aplicação**. *In*: Valencio, N. et al.. **Sociologia dos desastres: construção, interfaces e perspectivas no Brasil**. São Carlos – SP: Rima, n. 1, 2009, 280 p. Disponível em: [https://www.researchgate.net/profile/Victor\\_Marchezini2/publication/277305653\\_Maquetes\\_Interativas\\_fundamentos\\_teoricos\\_metodologicos\\_e\\_experiencias\\_de\\_aplicacao/links/5576d53708aeb6d8c01bed83.pdf#page=213](https://www.researchgate.net/profile/Victor_Marchezini2/publication/277305653_Maquetes_Interativas_fundamentos_teoricos_metodologicos_e_experiencias_de_aplicacao/links/5576d53708aeb6d8c01bed83.pdf#page=213). Acesso em: 25 nov. 2018.

VIEIRA, I. **BET – Bacia de Evapotranspiração**. 16 ago. 2010. <https://www.setelombas.com.br/2010/10/bacia-de-evapotranspiracao-bet/>. Acesso em: 3 fev. 2019.

ANEXOS

Anexo 1. Tratamento de Efluentes Caseiros desenvolvido por Rocha (2001)

