

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
FACULDADE DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**REUTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS EM UMA
COMUNIDADE ISOLADA NO AMAZONAS**

FRANCINET DOS SANTOS BACELAR

**MANAUS - AM
2016**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
FACULDADE DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

FRANCINET DOS SANTOS BACELAR

**REUTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS EM UMA
COMUNIDADE ISOLADA NO AMAZONAS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal do Amazonas, como parte do requisito para a obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção, área de concentração Gestão da Produção.

Orientador: Prof. Dr. Raimundo Kennedy Vieira

**MANAUS – AM
2016**

Ficha Catalográfica

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

B117r Bacelar, Francinet dos Santos
Reutilização de resíduos sólidos em uma Comunidade isolada no Amazonas / Francinet dos Santos Bacelar. 2016
52 f.: il.; 31 cm.

Orientador: Raimundo Kennedy Vieira
Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) -
Universidade Federal do Amazonas.

1. Educação ambiental. 2. Biodecompositor. 3.
Reaproveitamento. 4. Resíduos orgânicos sólidos. I. Vieira,
Raimundo Kennedy II. Universidade Federal do Amazonas III.
Título

FOLHA DE APROVAÇÃO

RESUMO

Este projeto constitui-se em um Estudo de Caso na Vila do Paricatuba, situada nas proximidades da cidade de Manaus no Estado do Amazonas. Tem por objetivo geral aplicar o uso do biodecompositor como alternativa para o reaproveitamento de resíduos orgânicos domésticos em comunidade isolada, tendo como específicos: definir a comunidade e número de famílias a serem atingidas pelo projeto; diagnosticar a situação socioeconômica das famílias envolvidas no projeto; desenvolver um biodecompositor adequado a região; analisar os resultados ocorridos na comunidade a partir da introdução do biodecompositor. A fundamentação teórica ampara-se na dialética dividida em 3 partes. A primeira trata sobre a compostagem, na segunda sobre a gestão de resíduos sólidos e na terceira sobre educação ambiental, reconhecendo três dimensões ao analisar, desenvolver ou alterar a gestão de resíduos: a) as partes interessadas; b) os elementos ou fases do movimento ou fluxo de materiais; c) a disposição final. A pesquisa tem procedimento teórico analítico e é documental qualitativa. Como resultado verificou-se a diminuição dos resíduos orgânicos descartados no meio ambiente, além da mudança de hábito e de comportamento por parte dos envolvidos no Projeto. Além disso, em contrapartida o uso do adubo orgânico e do biofertilizante gerados pelo biodecompositor, possa futuramente gerar uma alternativa de fonte renda para a Comunidade.

Palavras chave: *Educação Ambiental. Biodecompositor. Reaproveitamento.*

ABSTRACT

This research is constituted in a Case Study in Village Paricatuba, located near the city of Manaus in Amazonas State. Its overall objective to apply the use of biodecomposer as an alternative to the reuse of household organic waste in isolated community and as specific Set the community and the number of families to be affected by the project; Diagnosing the socioeconomic situation of families involved in the project; Develop an appropriate biodecomposer the region; Analyze the results occurred in the community since the introduction of biodecomposer. The theoretical seek refuge in the dialectic divided into 3 parts. The first deals with composting, the second on the management of solid waste and the third on environmental education, recognize three dimensions to analyze, develop or change the waste management: a) stakeholders; b) the elements or phases of the movement or flow of materials; c) the final disposition. Research has analytical and theoretical procedure is qualitative document. And as preliminary results it was verified to decrease organic waste discarded in the environment, changes in habits and behavior on the part of those involved in the project. And on the other hand the use of organic fertilizer and bio-fertilizer generated by biodecomposer.

Keywords: Environmental education, Biodecompositor, Reutilization

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Fluxograma do procedimento do processo.....	21
Figura 2 - Adubo orgânico e biofertilizante.. ..	26
Figura 3 - Ruínas históricas de Paricatuba.. ..	26
Figura 4 - Mapa de localização da Vila do Paricatuba.	27
Figura 5 - Escolaridade dos participantes do Projeto.....	29
Figura 6 - Renda familiar dos participantes do projeto.....	29
Figura 7- Encarte.	30
Figura 8 Passo a passo para a montagem do biodecompositor.....	32
Figura 9 - Biodecompositor.....	33
Figura 10- Destinação dos resíduos orgânicos	33
Figura 11 - Resultados dos questionários aplicados.....	34
Figura 12 - Resultado da 2ª coleta do adubo orgânico e biofertilizante.....	35
Figura 13 - Escolaridade e faixa de renda dos participantes do Projeto.....	38
Figura 14 - Local preparado para plantio.. ..	40
Figura 15 - Vagens nascentes.....	41
Figura 16 - Plantação de pepino.. ..	36
Figura 17 - Frutos do pepino.. ..	36

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Peças usadas para montar um biodecompositor.	24
Tabela 2 – Comportamento dos participantes do Projeto.....	35

LISTA DE ABREVIATURAS

PDRSEM – Plano Diretor de Resíduos Sólidos de Manaus

SOC – Solo orgânico do carbono

FA – ácido fúlvico

HA – ácido húmico

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
1.1 OBJETIVOS	12
1.1.1 Objetivo Geral	12
1.1.2 Objetivos Específicos	12
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	133
2.1 COMPOSTAGEM.....	133
2.2 FATORES QUE AFETAM O PROCESSO DE COMPOSTAGEM.....	155
2.3 TIPOS DE COMPOSTAGEM	16
2.4 GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS	188
2.5 EDUCAÇÃO AMBIENTAL.....	199
2.6 BIODECOMPOSITOR.....	20
3. METODOLOGIA.....	212
3.1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	22
3.2 DELIMITAÇÃO DO TEMA.....	222
3.3. ESCOLHA DA COMUNIDADE	222
3.4 CONVENCIMENTOS DOS LÍDERES DA COMUNIDADE.....	222
3.5 ESCOLHA DAS FAMÍLIAS.....	233
3.6 TREINAMENTO.....	23
3.7 MATERIAIS NECESSÁRIOS PARA A PRODUÇÃO DOS BIODECOMPOSITORES	24
3.8 MONTAGEM DO BIODECOMPOSITOR.....	24
3.9 MUDANÇAS DE HÁBITOS DA POPULAÇÃO	25
3.10. ACOMPANHAMENTO DA PRODUÇÃO DO ADUBO ORGÂNICO E BIOFERTILIZANTES.....	25
3.11 ACOMPANHAMENTO DA DESTINAÇÃO DO ADUBO ORGÂNICO E BIOFERTILIZANTES ..	25
4 RESULTADOS	26
4.1 ESCOLHA DA COMUNIDADE	26
4.2 CONVENCIMENTO DOS LÍDERES.....	27
4.3 ESCOLHA DAS FAMÍLIAS.....	288
4.4 DIAGNÓSTICO SOCIOECONÔMICO DAS FAMÍLIAS.....	28
4.5 TREINAMENTO.....	30
4.6 SEQUÊNCIA DA MONTAGEM DO BIODECOMPOSITOR	31
4.7 DESTINAÇÃO FINAL DOS RESÍDUOS SÓLIDOS ORGÂNICOS ANTES DA IMPLEMENTAÇÃO DO PROJETO.....	33
4.8 ACOMPANHAMENTO DA PRODUÇÃO DO ADUBO ORGÂNICO.....	35
4.8.1 PRODUÇÃO DE ADUBO E BIOFERTILIZANTE.....	355
4.8.2 RESULTADOS DAS ENTREVISTAS REALIZADAS APÓS IMPLEMENTAÇÃO DO PROJETO.	36

4.8.3 UTILIZAÇÃO DO ADUBO E BIOFERTILIZANTE	39
4.8.4 DESTINAÇÃO FINAL DOS PRODUTOS.....	41
4.8.5 MOTIVAÇÃO DOS PARTICIPANTES APÓS 3 MESES DE IMPLEMENTAÇÃO DO PROJETO	42
CONCLUSÕES.....	435
ANEXO.....	Erro! Indicador não definido.
Anexo 1- Cartilha	51

1 INTRODUÇÃO

A geração de resíduos sólidos urbanos segundo (LUSHI, 2016) está diretamente relacionada com a população, seu padrão de vida e hábitos de consumo. A tríade: coleta, tratamento e a disposição final apropriada destes resíduos revelam hábitos e a qualidade de vida da população. Dentre as várias alternativas conhecidas como a incineração, compostagem e reciclagem, a prática de utilização de áreas para aterramento do lixo ainda é a mais comum.

No quesito tratamento, apesar da massa de resíduos sólidos urbanos apresentarem alto percentual de matéria orgânica, as experiências de compostagem, no Brasil, são ainda incipientes (TORRES, 2015). O resíduo orgânico, por não ser coletado separadamente, acaba sendo direcionado para disposição final, simultaneamente com os resíduos domiciliares.

Esses resíduos podem causar vários impactos no meio ambiente, como a poluição do ar, do solo, águas superficiais e subterrâneas (DE OLIVEIRA *et al.*, 2016). Além disso, afirmam (HERVA; NETO; ROCA, 2014) que um espaço valioso é ocupado por aterros e uma gestão de resíduos pobre pode causar danos à saúde pública. Apesar dos argumentos apresentados pelo PDRSEM (Plano Diretor de Resíduos Sólidos de Manaus), o tipo de destinação final e a forma como os resíduos sólidos poderão ser tratados, dependerá de vários fatores a serem considerados. Dentre estes fatores pode-se citar alguns como: o espaço físico disponível para o aterro (VINDOURA-GOMES; CÂMARA; SOUZA, 2015), tecnologias disponíveis para recuperação (THODE FILHO *et al.*, 2015), sistema universal de coleta (UYARRA; GEE, 2013), sistema atuante de coleta seletiva (GALLARDO *et al.*, 2015), agregação de valor ao resíduo (ZHANG; SUN, 2016), cultura organizacional da comunidade envolvida (ASIF *et al.*, 2013), dentre outros.

Após considerar todos estes parâmetros poder-se-ia então definir o melhor sistema de destinação final para o resíduo sólido (SOOBHANY; MOHEE; GARG, 2015). Na Itália, por exemplo, devido à falta de áreas para a destinação final na forma de aterro, são utilizados os incineradores como forma de destinação final (KELESSIDIS; STASINAKIS, 2012). As demais práticas como coleta seletiva e reciclagem de resíduos sólidos por dependerem de certo grau de educação ambiental, são práticas aplicadas nas principais cidades dos centros mais desenvolvidos como São Paulo (SIQUEIRA; ASSAD, 2015), Nova Iorque (GIUDICIANNI *et al.*, 2015), Tóquio (FUJII *et al.*, 2014), etc. Estas práticas servem não

apenas para agregar valor aos resíduos, mas para minimizar a quantidade de material que irá para a destinação final, independentemente do processo escolhido.

Sobre o sistema universal de coleta, nem todas as regiões dentro das cidades são alcançados pelo sistema, principalmente nas zonas rurais das cidades interioranas. Nestas situações, há a necessidade de se buscar alternativas para minimizar o problema relacionado aos resíduos sólidos. Nestas comunidades, geralmente, a maior quantidade de resíduos sólidos gerados são os orgânicos e talvez os que causam maior transtorno, pela possibilidade de proliferação de doenças e odores característicos.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

Este projeto tem como objetivo geral desenvolver e utilizar um biodecompositor como alternativa para o reaproveitamento de resíduos orgânicos domésticos em uma comunidade isolada.

1.1.2 Objetivos Específicos

Definir a comunidade e número de famílias a serem atingidas pelo projeto;

Diagnosticar a situação socioeconômica das famílias envolvidas no projeto;

Desenvolver um biodecompositor adequado à localidade;

Analisar os resultados ocorridos na comunidade a partir da introdução do biodecompositor.

Esta pesquisa busca desenvolver um sistema de gestão de reaproveitamento de resíduos orgânicos domésticos em comunidades isoladas. Os resultados serão apresentados na forma de artigo. O artigo será estruturado da seguinte forma: Na seção 1, justifica-se e apresenta-se a motivação para o estudo. Na seção 2, faz-se uma revisão de conceitos a respeito do tema. Na seção 3, apresenta-se a metodologia utilizada na pesquisa. Na seção 4, faz-se a análise dos resultados obtidos e, finalmente, na seção 5, apresenta-se as considerações finais.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este item é dividido em 3 partes. Na primeira parte comenta-se sobre a compostagem, na segunda sobre a gestão de resíduos sólidos e na terceira sobre educação ambiental.

2.1 Compostagem

A compostagem é um dos processos mais conhecidos e melhores para a estabilização de resíduos orgânicos sólidos, transformando-os num material mais seguro e mais estabilizado (o composto) que pode ser usado como uma fonte de nutrientes e condicionador de solo em aplicações agrícolas. (GABHANE *et al.*, 2012). Também é o método mais ecológico de resíduos e tratamento comparativo com outros métodos conhecidos, tais como incineração, aterro e digestão anaeróbia (AWASTHI *et al.*, 2014) e processo anaeróbio (CESARO; BELGIORNO, 2014). Também pode melhorar simultaneamente diferentes substratos com características complementares em termos de nutrientes totais e teor de sólidos voláteis, promovendo o equilíbrio dos parâmetros de mistura, com várias vantagens para o bom desenvolvimento do processo em si.

Conforme BENLBOUKHT *et al.*, (2016) a compostagem é um processo no qual os microrganismos degradam resíduos orgânicos. Segundo BAZRAFESHAN *et al.*, (2016), como um processo microbiano é influenciado por todos os fatores que afetam a vida microbiana: temperatura, pH, umidade, ar (oxigênio) e nutrientes .

A compostagem pode ser definida como um complexo de bioprocessos, aeróbica, reforçada pelo crescimento e atividade microbiológica, o que leva a decomposição e estabilização da matéria orgânica (WANG *et al.*, 2014). Conforme BIAŁOBRZEWSKI *et al.*, (2015), é constituída por três fases: mesófilas, termofílica e maturação, caracterizada por diferentes biodiversidade e da dinâmica microbiana.

Atualmente, segundo DADHICH *et al.*, (2012), a compostagem aeróbica não se aplica juntamente com um processo anaeróbico. Para ÇALIŞKAN *et al.*, (2014), as razões para isso é a grande necessidade da área, as emissões de gases de efeito estufa, de lixiviados, problemas de odor e insetos. Segundo Kashmanian *et al.*, (2000), o processo de compostagem é capaz de transformar resíduos orgânicos instáveis (como lodo de esgoto, resíduos sólidos urbanos, resíduos de curtume, esterco animal, esterco de galinha, etc) em estáveis, convertendo-os em uma estrutura chamada húmus como adubo, o que resulta em um subproduto valioso.

As substâncias húmicas, são compostas principalmente por ácidos húmicos (HA) e ácido fúlvico (FA) (CATROUILLET *et al.*, 2014), sendo complexos heterogêneos que consistem em grandes macromoléculas com grupos funcionais formados por reações químicas e bioquímicas. Jindo *et al.* (2016) afirmam que eles desempenham um grande papel no aumento da fertilidade do solo, pois melhoram a absorção de micronutrientes.

De acordo com Burnett, Mattson e Williams (2016) a utilização de produtos de resíduos orgânicos como a fonte de nutriente é benéfica, uma vez que representa um método de desenvolvimento de produtos usando resíduos de uma maneira que economizam nutrientes. Além disso, os resíduos provenientes de processos anaeróbicos têm a possibilidade de serem usados como adubos no solo. Assim, o tipo de solo, e as potenciais emissões gasosas, tais como N₂O, devem ser considerados. (ARIUNBAATAR *et al.*, 2014).

A utilização desse composto pode melhorar a qualidade do solo, (SAER *et al.*, 2013) incluindo: 1) incorporação de matéria orgânica, nutrientes e eletrólitos para o solo; 2) redução de fertilizantes e pesticidas, 3) melhorias na estrutura do solo, densidade e porosidade, o que aumenta a retenção de água e reduz a erosão e lixiviação de nutrientes; 4) maior capacidade de armazenamento de carbono no solo, assim, reduzindo o aquecimento global.

Há muitos defensores modernos de compostagem rápida que tentam corrigir alguns dos problemas percebidos e associados à compostagem tradicional. Muitos defendem que a compostagem pode ser feita em 2 a 3 semanas. Muitos desses processos curtos envolvem algumas mudanças para métodos tradicionais, incluindo partes menores, mais homogêneas na compostagem, controlando a relação carbono-nitrogênio (C/N). (BONANOMI *et al.*, 2014)

Conforme BAZRAFSHAN *et al.*(2016), alguns parâmetros de maturidade são baseados em diferentes propriedades: física, química e biológica, atividade microbiana, relação C/N, mudanças dos compostos a base de nitrogênio, pH, condutividade elétrica, capacidade de troca catiônica, constituintes químicos orgânicos, carbono reativo, humificação, densidade óptica, a temperatura, cor, odor, estrutura e gravidade específica.

Segundo FAVERIAL; SIERRA, (2014), os resíduos orgânicos decompõem-se rapidamente, e essa degradação pode ser aumentada durante a compostagem doméstica, quando a proporção destes resíduos é maior do que a dos materiais menos degradáveis, tais como folhas de árvores secas ou aparas de madeira.

2.2 Fatores que afetam o processo de compostagem

No processo da compostagem há ação dos microrganismos sobre a matéria orgânica, onde os fatores que influenciam este processo são aqueles que atuam direta ou indiretamente.

Os fatores que estão ligados à atividade microbiológica do processo são:

- Umidade;
- Aeração;
- Temperatura;
- Concentração de nutriente;
- Tamanho das partículas;
- pH;

A **temperatura**, afirma BUSTAMANTE et al., (2013), é um das principais parâmetros para avaliar o processo de compostagem, uma vez que determina a sua velocidade. No início do processo de degradação da matéria, também conhecida como fase mesofílica, as temperaturas são moderadas ($T < 35^{\circ}\text{C}$). Já na fase de degradação ativa, que também é a fase mais longa, é chamada de fase termofílica ($T < 65^{\circ}\text{C}$), em que o ideal é a temperatura de 55°C . Em seguida vem à fase da maturação (entre 30 e 45°C). As temperaturas devem ser averiguadas nas leiras e sempre que estiver acima de 65°C , é preciso ser feita a aeração, que é um reviramento desse material ou mesmo a modificação da configuração geométrica. VALASQUES *et al.*, (2015)

No fator **concentração dos nutrientes**, os principais nutrientes dos micro-organismos são carbono, nitrogênio e sais orgânicos. Uma relação específica de carbono para nitrogênio deve ser mantida entre 20:1 e 30:1. A principal fonte de nitrogênio, segundo FERREIRA *et al.* (2011) são as dejeções humanas e de animais, enquanto que os polímeros presentes nos restos de culturas representam o principal fornecedor de carbono.

A **aeração** é considerada um parâmetro de controle de processo chave no processo de compostagem com aeração forçada. Normalmente, na fase inicial de compostagem o calor em excesso é removido por arejamento, elevando a taxa para manter a temperatura abaixo de $60-65^{\circ}\text{C}$. BARI; KOENIG, (2012). Na fase posterior (fase de maturação), uma baixa taxa de arejamento é necessária para minimizar as perdas de calor e de manter a massa de compostagem para a rápida degradação biológica aeróbia e destruição de agentes patogênicos eficaz.

Dentre outros fatores considerados como importantes estão: hidrogênio potencial (pH) - demanda de oxigênio que tem de ser controlada a fim de se obter o melhor composto de

qualidade; o teor de umidade, que para a compostagem é de aproximadamente 50-70 % em peso; demanda de oxigênio em torno de 15-20%; e qualidade do composto, sendo melhor quando a relação C / N está entre 10/1 e 20/ 1. A razão C/N é importante porque representa uma reserva suplementar de energia na forma de molécula de glicose e proteínas para os processos de decomposição, neste processo normalmente a decomposição aeróbica forma como produtos o dióxido de carbono (CO₂), a amônia (NH₃), água (H₂O) e calor.(ABUSHAMMALA *et al.*, 2016)

2.3 Tipos de Compostagem

Consideradas como tecnologias de bioprocessamentos importantes, as compostagens podem ser utilizadas para estabilização de diferentes tipos de resíduos sólidos. Em adição à redução de volume, estas técnicas também são capazes de converter resíduos em materiais fertilizantes valiosos (BHATTACHARYA *et al.*, 2016). Podemos classifica-las em duas:

1- A compostagem clássica que é definida como a conversão aeróbica controlada de matérias-primas e 2- Vermicompostagem, que envolve a bio-oxidação e estabilização de materiais orgânicos pela ação conjunta de minhocas e microorganismos. Segundo HANC; DRESLOVA (2016) embora sejam os microorganismos que bioquimicamente degradam a matéria orgânica, as minhocas são os pontos *drives* do processo, pois promovem condições de aeração e fragmentam o substrato, aumentando drasticamente a atividade.

Segundo VIAENE *et al.*(2016) a compostagem é um processo biológico em que microrganismos orgânicos são convertidos em produtos estáveis e ricos em húmus, sob condições controladas, isto é, em condições ótimas de umidade e de oxigênio que facilitam o processo de decomposição. VANDEN NEST *et al.* (2014) afirmam que ao contrário de fertilizantes de liberação rápida, como fertilizantes minerais e lama, o adubo contém grandes quantidades de matéria orgânica, o que aumenta o carbono orgânico do solo (SOC).

Segundo HUANG *et al.*, (2006) a compostagem é um processo de umidificação de materiais orgânicos, onde os produtos dessa umidificação, ou seja, os ácidos fúlvico (FA) e ácidos húmicos (HA) são muitas vezes utilizados para avaliar a estabilidade e maturidade dos compostos. Outra técnica bastante conhecida é a vermicompostagem que, segundo MEHTA; KARNWAL (2013), é uma variação simples do processo de compostagem, nas quais certas espécies de minhocas são usadas para converter os resíduos sólidos biodegradáveis ou resíduos orgânicos, em nutrientes para o solo. A vermicompostagem é utilizada como um condicionador do solo. Isso acontece segundo YANG *et al.*, (2015) por causa da alta

porosidade, aeração, drenagem, capacidade de retenção de água e atividade microbiana que ocorre na vermicompostagem.

Para Doan *et al.* (2015), na vermicompostagem as interações entre as minhocas e microorganismos levam à oxidação e bio-estabilização dos resíduos orgânicos. Conforme PUI *et al.* (2014) a biodegradação dos resíduos orgânicos é realizada num ambiente aeróbio com atividade biológica ótima e interações simbióticas entre minhocas e microorganismos. A vermicompostagem em si não pode ser considerada como uma nova tecnologia, o que diz respeito a várias estratégias de gestão de resíduos sólidos, onde o vermicomposto está ganhando interesse como um substituto mais verde ou de integração com fertilizantes químicos para manter e melhorar ainda mais a qualidade do solo. No entanto, segundo LIM *et al.* (2015) estudos recentes sobre as respostas de vermicomposto para as propriedades do solo e o crescimento das plantas são geralmente limitados.

O tempo necessário para que se processe a decomposição e, conseqüentemente, a mineralização desses resíduos orgânicos ao longo dos processos de compostagem e vermicompostagem depende da relação C/N, como de outras naturezas físicas e químicas da matéria-prima (DOMÍNGUEZ *et al.*, 2014). Segundo COTTA *et al.* (2015) a aeração é classificada como o principal mecanismo capaz de evitar altos índices de temperatura durante o processo de compostagem, aumentar a velocidade de oxidação, diminuir a liberação de odores e reduzir o excesso de umidade de um material em decomposição.

Estes parâmetros durante a compostagem devem ser convenientemente ajustados e controlados para que os microrganismos possam encontrar as melhores condições para desenvolver as suas atividades biológicas. Assim, afirmam (LÓPEZ-GONZÁLEZ *et al.*, 2014) que os micróbios desempenham papéis fundamentais em todos os eventos relacionados com a biotransformação de substratos orgânicos, sendo as bactérias as mais influentes devido à sua versatilidade metabólica.

A compostagem apesar de ser uma técnica simples que traz vários benefícios à população, ainda precisa estar envolvida na gestão de resíduos sólidos, onde notam-se dificuldades na destinação final, bem como uma preocupação quanto ao reaproveitamento desses resíduos, minimizando os impactos ambientais de seu tratamento.

2.4 Gestão de Resíduos Sólidos

Segundo Ceretta *et al* (2013) a gestão ambiental tem por objetivo analisar a questão do meio ambiente a partir da interação entre os meios social e físico-natural. A gestão ambiental deve visar o uso de práticas que garantam a conservação e preservação da biodiversidade, a reciclagem das matérias-primas e a redução do impacto ambiental das atividades humanas sobre os recursos naturais.

A gestão de resíduos sólidos tem sido alvo de debates no governo e na sociedade. A geração de resíduos intensifica-se em decorrência do alto padrão de consumo, característica marcante do atual sistema econômico, que ao induzir ao consumo excessivo de produtos acaba por agravar mais ainda a problemática que envolve a destinação correta dos resíduos. Estima-se que de 50% a 60% dos resíduos gerados no Brasil são compostos por resíduos sólidos orgânicos (ISMAEL *et al*, 2013).

A gestão ambiental pode ser utilizada como uma poderosa ferramenta de conscientização da sociedade, através da educação ambiental que tem o papel de agente disseminador da mudança de comportamento e de mudanças de atitudes quanto ao nosso cotidiano, hábitos de consumo, alimentação e principalmente preocupação com a preservação e conservação de um ambiente salutar.

GUERRERO; MAAS; HOGGLAND, (2013) reconhecem a importância de três dimensões ao analisar, desenvolver ou alterar uma gestão de resíduos. As dimensões seriam: as partes interessadas que tenham interesse na gestão de resíduos sólidos; os elementos ou fases do movimento ou fluxo de materiais a partir dos pontos de geração de frente ao tratamento; e disposição final e os aspectos ou “lentes”, através do qual o sistema é analisado.

Para SHEKDAR (2009), pesquisas anteriores identificaram as partes interessadas ou pessoas ou organizações que podem ter interesse na gestão adequada de resíduos. As partes interessadas relatadas são: o governo nacional e local; autoridades municipais; corporações da cidade; organizações não governamentais.

É necessário o envolvimento de todos os segmentos, mas principalmente é essencial começarmos pela escola, base de todo conhecimento, pois através desse entendimento é que dar-se-á importância à educação ambiental.

2.5 Educação Ambiental

Atualmente há uma grande preocupação com o grande número de resíduos produzidos pela população, bem como as consequências para a saúde, solo, água, ar e meio ambiente. Para Pelegrini e Vlach (2011) o conceito de ambiente, constituiu-se numa etapa fundamental na tentativa de equilíbrio da questão ambiental, incluindo aspectos que ultrapassam a perspectiva naturalista, mencionando os padrões modernos de produção e consumo adotados pela civilização industrial e os próprios comportamentos sociais, econômicos e a política estabelecida.

Para BRUNNER; RECHBERGER (2015) o fato seria a estrutura socioambiental das cidades que é insustentável, na relação entre as pessoas e com a natureza e seus resíduos, fazendo necessária a aplicação de uma Educação Integrada num processo de Gestão Ambiental.

A Educação Ambiental tem a preocupação quanto à destinação dos resíduos sólidos, sendo necessária a mudança de hábitos e de comportamentos por parte da população. Pode contribuir efetivamente, segundo CORREA; DA SILVA (2015) para renovar o processo de ensino, uma vez que constitui a base para a transformação crítica dos sistemas educativos, podendo alcançar uma mudança comportamental na população, e conseqüentemente, uma sociedade sustentável.

Essa transformação deve ser iniciada nas escolas e ampliada para as famílias, passando a ser algo natural do seu dia a dia. Segundo DAMERELL; HOWE; MILNER-GULLAND, (2013), há vantagens e desvantagens na escolha destes alvos para Educação Ambiental. As crianças são um público alvo frequente com atitudes em relação ao meio ambiente, pois elas começam a desenvolver estas atitudes ainda em uma idade precoce. GIFFORD; NILSSON (2014) afirmam que elas têm um comportamento para “desaprender” o que julgam ambientalmente prejudiciais e tem um período mais longo para influenciar a qualidade ambiental. As crianças também são possíveis agentes eficazes para promover em outros comportamentos ambientalmente responsáveis.

Para Albuquerque (2014) a educação ambiental se apresenta como a prática consciente da reciclagem e reutilização dos resíduos sólidos junto com o adequado descarte final é de suma importância para a prevenção de doenças e promoção da saúde.

É preciso que a sociedade comece a exercer seu compromisso de cidadania e se conscientize da importância da Educação Ambiental, mostrando os diversos impactos e incentivando a comunidade quanto à interação com ambiente, através de atitudes que

despertem ações e valores visando mudanças gradativas de comportamentos, onde essas ações multipliquem-se e ganhem uma participação efetiva e, conseqüentemente, uma melhoria no ambiente e na qualidade de vida.

A mudança de comportamento pode começar com pequenas atitudes como, por exemplo, a destinação e o condicionamento corretos dos resíduos sólidos, sendo hoje jogados a céu aberto ou queimados, onde durante a decomposição irão causar problemas ao solo, sendo necessárias medidas que minimizem esses impactos.

2.6 Biodecompositor

Conforme CAMPERO *et al.* (2008) a utilização desta tecnologia não é nova, mas ao longo dos últimos anos tem ampliado o seu interesse devido à atual crise energética resultante da exaustão dos combustíveis fósseis. Além disso, o uso do biogás ajuda a reduzir as emissões de gases de efeito estufa. O uso do biodecompositor é de simples manejo e uma alternativa no processo de compostagem, pois além de reduzir a quantidade de resíduos lançados no meio ambiente, proporciona vários benefícios que envolvem a aplicação do produto final que é o adubo orgânico.

Os digestores domésticos foram se espalhando na América Latina desde 1980, nas áreas rurais de países tropicais como a Colômbia e a Costa Rica (CIOTOLA; LANSING; MARTIN (2011) e, em regiões montanhosas do Peru e da Bolívia (FERRER *et al.* (2011).

THANGAVEL;RAJAN; KEVIN. (2013) afirmam que o biodigestor é um sistema que promove a decomposição da matéria orgânica, sendo um processo de estabilização, reduzindo o odor e agentes patogênicos.

Para GARFÍ *et al.* (2016) os biodigestores são tecnologias simples e eficazes, disponível para fornecer energia às comunidades pobres, especialmente em áreas rurais. O papel do biodecompositor é acelerar a decomposição da matéria orgânica. Essa decomposição ocorre por um processo bioquímico realizado por milhares de bactérias.

Conforme FONGARO *et al.* (2014), o uso de biodigestores anaeróbios permite o armazenamento e recuperação de biogás efluente, bem como a reutilização dos efluentes finais como biofertilizantes. Esses biofertilizantes colaboram para manter a umidade do solo melhorando assim a sua estrutura.

No que diz respeito ao uso do biodigestor SMITH; SCHROENN GOEBEL; BLIGNAU, (2014) afirmam que em nível de uso doméstico o biodigestor requer que os usuários

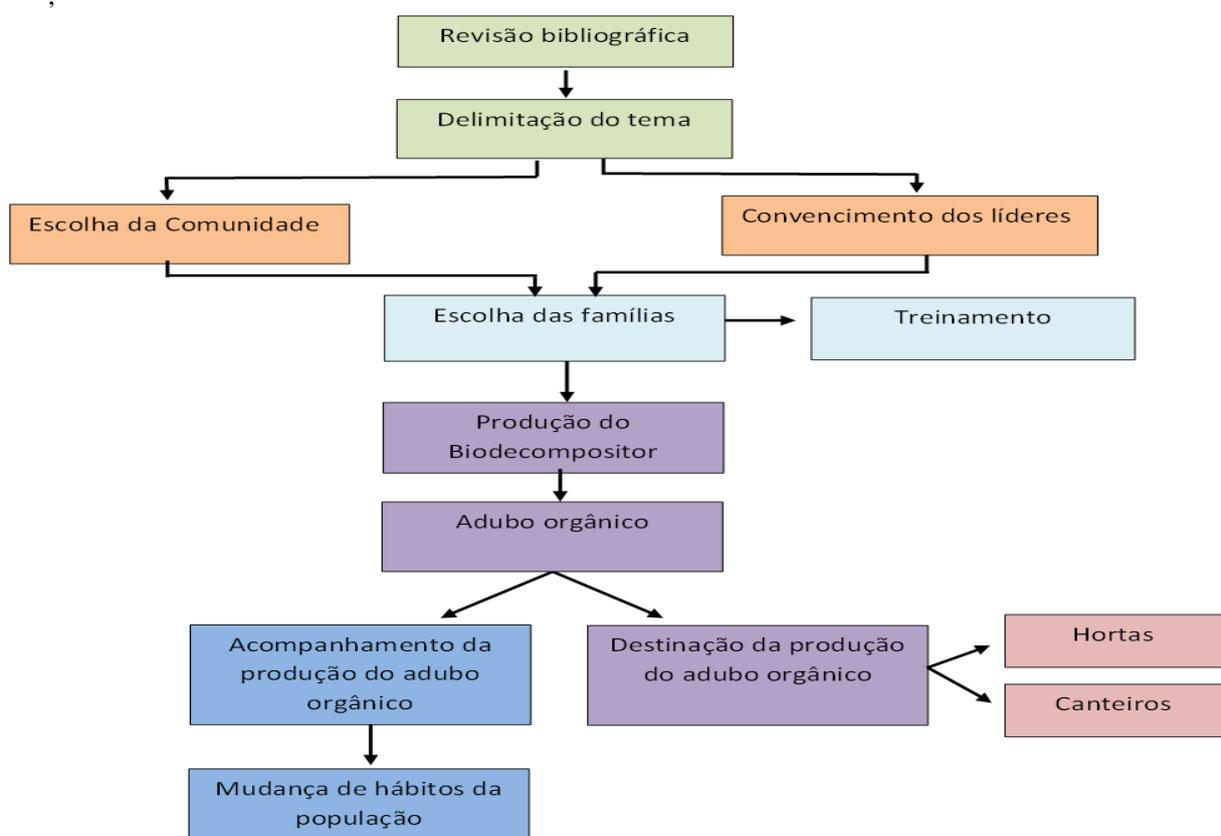
alimentem o sistema, o que irá contribuir para uma redução na quantidade de resíduos gerados.

Os biodigestores são utilizados em pequenas propriedades devido aos baixos custos de construção e de manutenção e a sua simples e rápida instalação. Graças ao baixo custo seu uso está ficando mais forte na agricultura cubana, reduzindo indicadores de poluição ambiental, onde seu produto pode ser utilizado para a fertilização e irrigação de várias culturas. SOSA *et al* (2014).

3. METODOLOGIA

A metodologia aplicada neste estudo teve seu início com uma revisão bibliográfica. Em seguida, fez-se a introdução do uso de decompositores com destinação final em uma comunidade isolada. A sequência de execução do estudo é apresentada no fluxograma da

Figura 1: Fluxograma do procedimento do processo



Fonte: Autores, 2017.

De acordo com a Figura 1, os procedimentos metodológicos estão descritos da seguinte forma:

3.1 Revisão bibliográfica

A revisão bibliográfica foi baseada em artigos publicados nos últimos 5 anos, relacionados ao tema: destinação final de resíduos sólidos orgânicos em comunidades isoladas.

3.2 Delimitação do tema

Constitui-se um Estudo de Caso em uma comunidade rural e isolada situada nas proximidades da cidade de Manaus, no Estado do Amazonas.

3.3. Escolha da Comunidade

Para o desenvolvimento desta pesquisa, inicialmente buscou-se uma comunidade de fácil acesso tanto terrestre quanto fluvial. Além disto, buscava-se uma comunidade em que fosse possível desenvolver um processo de mudança comportamental em relação aos resíduos orgânicos produzidos no dia a dia. Foram feitas observações *in loco* na Vila em que se pretendia estudar e observou-se que algumas famílias não residem na área, possuem casas apenas para passar o final de semana, e um critério importante para a nossa pesquisa era que fossem moradores permanentes, o que facilitaria o contato e o acompanhamento dos resultados.

3.4 Convencimentos dos líderes da Comunidade

Como verificou-se que na comunidade escolhida algumas famílias não residem na área, tornou-se primordial o envolvimento dos líderes comunitários, pois estes iriam auxiliar na comunicação entre os moradores, tanto os residentes permanentes como os eventuais. Além disto, através de sua liderança, torna-se mais fácil o convencimento da importância que este projeto traria para o bem-estar de todos.

3.5 Escolha das famílias

Para escolha das famílias, foram definidos um número determinado de 16 famílias, número este baseado em função da quantidade de moradores existentes no local. Após a escolha das famílias foi realizado um estudo sobre a situação socioambiental das mesmas. Para tanto, foi feito um levantamento junto aos dados do CENSO IBGE (2010) e sendo empregados os mesmos questionários utilizados por este órgão.

Na sequência, foi elaborado um questionário para identificar o nível de conhecimento sobre a gestão ambiental, isto foi feito para determinar o nível em que o treinamento seria realizado. A escolha específica de cada morador foi baseada no interesse em participar do projeto após a consulta ao líder da Comunidade. Dentre os critérios utilizados para a escolha das famílias estava à posse de horta ou o interesse em construí-las, exatamente para que fosse possível a aplicação do adubo a ser produzido.

Os questionários tinham como objetivo diagnosticar de fato certas atitudes tomadas pelos moradores devido ao desconhecimento quanto à destinação dos resíduos orgânicos urbanos. O questionário contendo 15 perguntas, sendo 14 objetivas e 1 dissertativa, referentes a caracterização sócio demográfico e a destinação dos resíduos orgânicos produzidos pelos moradores da Vila do Paricatuba/AM, quanto à disposição, descarte e a problemática ambiental causada pelos resíduos domésticos.

Os itens abordados neste questionário foram: destino dos resíduos sólidos da residência; quanto ao armazenamento dos resíduos sólidos; realização de coleta na rua; recolhimento do resíduo orgânico; responsáveis pela limpeza da rua; orientação quanto ao meio ambiente; preocupação do consumo racional dos resíduos sólidos e como saber aproveitá-los; quanto à transformação perante o poder municipal e a população para melhoria de vida; conhecimento a respeito da coleta seletiva; importância do adubo orgânico; mudança de atitude.

3.6 Treinamento

Cada família após receber seu biodecompositor, teve um treinamento individualizado com respeito ao manejo dos resíduos sólidos e o uso do biodecompositor. Foi entregue um encarte e apresentado um vídeo onde mostra o direcionamento correto dos resíduos sólidos

fazendo uso do equipamento. Foi definido que o monitoramento seria mês a mês, onde passado o primeiro mês seria retirado o material, feito a pesagem e futura análise.

3.7 Materiais necessários para a produção dos biodecompositores

Os biodecompositores são estruturas físicas que facilitam a biodigestão anaeróbia, proporcionando um ambiente propício favorável aos microrganismos encarregados por essa digestão. O recipiente utilizado para montar o biodigestor é uma bombona de plástico de polietileno, medindo 92 cm x 58 cm (altura x largura), onde utilizamos a de 200 litros. A Tabela 1 apresenta materiais utilizados.

Tabela 1. Peças usadas para montar um biodecompositor

Componente	Medida	Quantidade
Bombona	1 e meia (200 litros)	1
Tubo de PVC	40 mm	1
Tubo de PVC 20 cm	200 mm	1
Cantoneira	1 1/2" com asas	4
Tampa de PVC	150 mm	1
Curva de PVC	40 mm	1
Flange	40 mm	1
Flange	20 mm	1
Parafuso	5 cm com porca	6
Rebites	alum. 4.0 x 16	2
Torneira	unid.	1

Fonte: Autores, 2017.

3.8 Montagem do Biodecompositor

São encontrados tanto na literatura (ARIAS *et al.*, 2012) quanto na internet (SEN *et al.*, 2016)) formas de montagem de biodecompositor. Todavia, devido à limitação de custos na aquisição de materiais, houve a necessidade de desenvolver um “design” específico para o biodecompositor utilizado neste trabalho.

3.9 Mudanças de hábitos da população

É necessário estimular os habitantes da Vila do Paricatuba, através da informação e conscientização, a aderir ao reaproveitamento dos resíduos orgânicos sólidos fazendo uso do biodecompositor e, por conseguinte fazer a utilização da produção do adubo orgânico, diminuindo assim a quantidade de resíduos sólidos orgânicos depositados em espaços incorretos. Com essas atitudes espera-se contribuir para a melhoria e aspectos das condições ambientais e a saúde da população ali residente. Os resíduos domésticos gerados na Vila têm como origem o cotidiano das famílias e são formados por restos de alimentos (verduras, cascas de frutas, legumes). A utilização dos resíduos orgânicos no processo de compostagem será posteriormente distribuída para a adubação orgânica das hortas.

Sabe-se que essa mudança exige um longo processo, mas já começamos a observar uma mudança significativa por parte dos envolvidos. A análise desta mudança de comportamento foi aferida através de questionário de satisfação do uso do produto.

3.10. Acompanhamento da produção do adubo orgânico e biofertilizantes

O acompanhamento da produção do adubo orgânico e do biofertilizante foi realizado em duas etapas. A primeira etapa do processo de decomposição dos resíduos orgânicos sólidos para a produção do adubo orgânico e biofertilizante foi realizada em junho de 2016. A segunda etapa em julho de 2016.

Na primeira etapa, para obtenção do adubo orgânico, foi realizada a compostagem dos resíduos orgânicos oriundos das residências escolhidas, onde após 2 meses foi retirado o adubo e biofertilizante sendo estes pesados.

3.11 Acompanhamento da Destinação do adubo orgânico e biofertilizantes

O adubo retirado na coleta foi direcionado a um canteiro existente em uma das residências escolhida, onde possui um pequeno canteiro.

Foram coletadas duas amostras do adubo orgânico retirado do biodecompositor, onde a primeira foi retirada com 60 dias e a segunda amostra foi retirada com 90 dias (Figura 2).

Figura 2: Adubo orgânico e biofertilizante



Fonte: Autores, 2016.

4 RESULTADOS

4.1 Escolha da Comunidade

A localidade de Paricatuba, também conhecida como Vila de Paricatuba localiza-se no Setor 01 do Distrito 25, município de Iranduba, com ruínas históricas (Figura 3-A), acessada principalmente por barcos (Figura 3-B) a 50 km da cidade de Manaus, capital do Estado do Amazonas e, mesmo tão próxima à Manaus, ainda é uma Vila que podemos considerar como isolada (Figura 3).

Figura 3: Ruínas históricas (A) e Praia do Paricatuba (B) (Fonte: Google imagens), 2016



Fonte: GOOGLE IMAGENS, 2016

Suas coordenadas geográficas são 3° 04'50.2" de latitude Sul e 60° 13'59.1" de longitude a Oeste de Greenwich. Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2010), a população local é de cerca de 1.048 habitantes, constituída de 163 famílias. Paricatuba faz parte da Área de Proteção Ambiental Margem Direita do Rio Negro Setor Paduari-Solimões, instituída pelo governo do Estado pelo decreto 16.498 de 1995.

Figura 4: Mapa de localização da vila do Paricatuba, (Google maps, 2016)



Fonte: GOOGLE MAPS, 2016.

Para o desenvolvimento do projeto, inicialmente procurou-se o presidente da comunidade por meio da apresentação de um vídeo, onde foi mostrada a importância para a comunidade de se ter um direcionamento correto quanto à disposição final dos resíduos orgânicos produzidos, pois esse direcionamento realizado de forma correta evita problemas diversos para os moradores do local. Dentre as várias possibilidades, explicou-se que seriam colocados em alguns pontos da comunidade os biodecompositores. Nestes biodecompositores seriam depositados sobras de legumes e cascas de frutas, onde depois de passar por um processo teria como produto final o adubo orgânico e o biofertilizante. O adubo produzido serviria para a composição das hortas e canteiros, trazendo assim uma grande contribuição para a melhoria da população da comunidade, principalmente adotando novos hábitos e contribuindo para a melhoria na vida dos habitantes locais.

4.2 Convencimento dos líderes

Houve uma grande aceitação por parte do presidente da comunidade e do vice-presidente, e estes se mostraram satisfeitos com a imensa contribuição que este projeto traria para a vila. Dentre os mais diversos fatores e argumentos de transformação que possui este

projeto, apresentou-se a grande mudança de comportamento e de atitude em relação à disposição final dos resíduos orgânicos por parte dos envolvidos, o que seria benéfico para que no futuro pudesse transformar toda a comunidade, o que refletiria no ambiente, na qualidade de vida e na diminuição dos resíduos orgânicos lançados de forma inadequada no ambiente. Percebemos que houve uma grande aceitação por parte dos líderes da Comunidade.

4.3 Escolha das famílias

Como já foi mencionado anteriormente, o censo demográfico (CENSO IBGE, 2010) mostrou que a Vila do Paricatuba possui 163 domicílios e, dentre eles, 134 domicílios depositavam os resíduos orgânicos nas lixeiras.

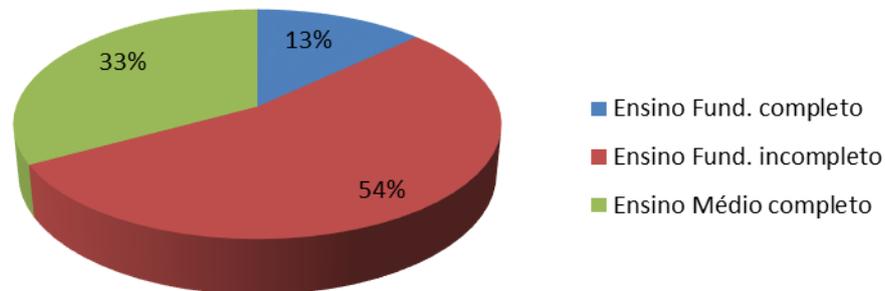
Cada família escolhida recebeu, após um mês, um biodecompositor juntamente com orientações de como proceder e um encarte com as orientações a respeito do tipo de resíduo permitido para ser colocado no biodecompositor.

4.4 Diagnóstico socioeconômico das famílias

Foram escolhidos para participar do projeto apenas 16 domicílios, o que representou 10% do número de domicílios existentes na vila e onde foram aplicados os questionários. A limitação deste percentual deve-se ao fato de que cada família envolvida na pesquisa iria receber um biodecompositor em sua residência, sem nenhum ônus, e a partir daí seria feito o acompanhamento do processo. Na fase preliminar foram realizadas visitas para a apresentação do projeto e a verificação do nível de aceitação e participação dos moradores no processo. Verificou-se durante estas visitas que a maioria das famílias possuía situação econômica baixa ou sobrevivia do cultivo de lavoura em escalas bem reduzidas.

Em relação ao nível de escolaridade dos moradores da vila segundo CENSO IBGE (2010), 50% dos moradores da vila possui apenas o ensino fundamental incompleto. No que se refere aos participantes do projeto o nível de escolaridade é apresentado na figura 5.

Figura 5: Escolaridade dos participantes do projeto

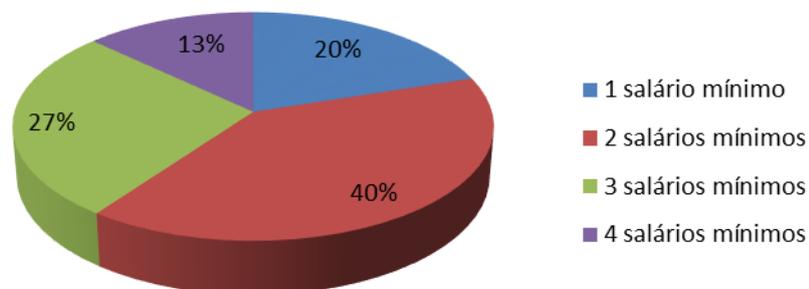


Fonte: Autores. 2016

A figura 5 apresenta o nível de escolaridade dos participantes do projeto, onde se verificou que 13% possuem ensino fundamental completo; 54% fundamental incompleto e 33% ensino médio completo. Vale ressaltar que a Educação é uma das ferramentas de transformação de vida e de atitudes das pessoas.

A figura 6 apresenta a renda familiar dos participantes do projeto, e espera-se que com a continuação do projeto por parte dos participantes, o mesmo possa contribuir futuramente, também, para uma nova geração de renda para estas famílias, já que 60% delas sobrevivem com renda entre 01 a 02 salários mínimos, conforme demonstrado no gráfico 1 abaixo.

Figura 6: Renda familiar dos participantes do projeto.



Fonte: Autores .2016

No que se refere à renda das famílias que participam do projeto, 3 informaram que recebem até um salário mínimo (20%), 6 recebem 2 salários (40%), 4 recebem 3 salários (27%) e 2 recebem 4 salários mínimos (13%), portanto, o perfil das famílias se enquadra no de baixa renda. Desse modo, fica patente a relação direta que há entre escolaridade/faixa de renda com a forma de encarar os resíduos produzidos no cotidiano. Pode-se afirmar seguramente que o a destinação do lixo é um problema de educação ambiental ou conscientização ambiental. A destinação do lixo em pequenas e grandes cidades precisa passar pela política educacional. Contudo, reconhece-se esforços na última década para implementar o currículo atual com temas interdisciplinares, entre eles a educação ambiental. A grande dificuldade é a prática da destinação correta do lixo.

4.5 Treinamento

Após selecionadas as famílias que iriam fazer parte do projeto, foram realizadas visitas para saber o nível de conhecimento a respeito do acondicionamento, descarte dos resíduos sólidos, armazenamento, coleta, transporte, limpeza da via pública e destinação dos resíduos sólidos. Foram visitadas todas as famílias de forma individual, devido a distância de uma casa para outra. Em cada visita foi apresentado um vídeo que mostrava a importância do uso de um biodecompositor para o descarte correto dos resíduos orgânicos sólidos e a utilização do adubo orgânico e do biofertilizante. Em seguida cada família recebeu um encarte onde apresentava itens que poderiam ser colocados no biodecompositor (Figura 7).

Figura 7: Encarte com materiais que poderiam e não poderiam ser colocados no biodecompositor



Fonte: Autores, 2016.

4.6 Sequência da montagem do Biodecompositor

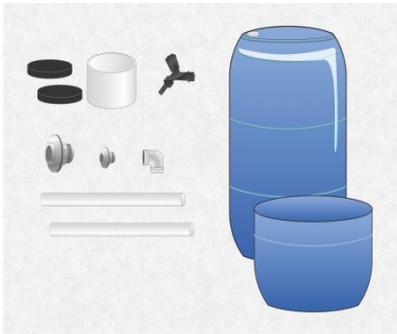
O primeiro passo para a construção do biodecompositor foi fazer a higienização de todas as bombonas, pois eram as mesmas eram utilizadas para transporte de produtos químicos. Depois de higienizadas, cortou-se uma bombona ao meio e em seguida fez-se um furo com serra copo de 20 mm, onde foi colocada uma flange e uma torneira comum para descarte do “chorume”.

No segundo passo, pegou-se a bombona inteira, onde foram feitos diversos furos lado a lado na parte inferior (no formato de peneira) com uma furadeira com broca específica de 12 mm, onde iria escorrer os líquidos oriundos da decomposição “biofertilizante”. Em seguida, fez-se o encaixe de meia bombona com a bombona inteira, colocando 4 rebites para não deslocar uma parte da outra. Após a junção, foi realizada uma abertura de 200 mm usando a serra tico-tico, por onde seriam retirados os resíduos coletados (adubo orgânico), sendo colocado um cano de esgoto de 20 cm de comprimento, fixado com 3 cantoneiras de 1 1/2" com mão francesa e 12 rebites. O cano coletor acompanhava uma tampa de madeira com uma borracha fixada em sua extremidade, para evitar exalação de gases e entrada de insetos.

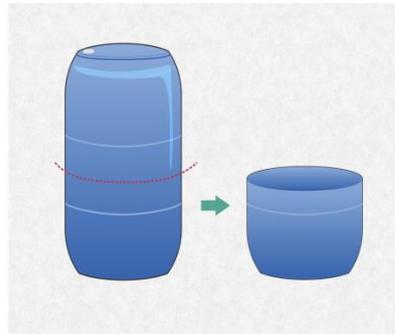
Para o terceiro passo, na parte superior, foi feito um furo de 150 mm e adaptada uma tampa usando um CAP de PVC, onde por essa abertura seriam colocados os resíduos orgânicos. Usou-se o CAP apenas no primeiro biodecompositor modelo, pois devido ao seu custo elevado, foi necessária uma adaptação na tampa, sendo usada metade de um carretel de PVC de 150 mm, corda e tampa de garrafão de água, o que diminuiu consideravelmente o custo.

Para o suspiro foi colada uma flange de 50 milímetros, um cano de PVC de 30 cm, um joelho de 50 mm e um cano de PVC de 40 milímetros. No cano de 40 milímetros colocou-se uma espoja e carvão para permitir a saída de gases e evitar a entrada e insetos. Na figura 8 é apresentada a montagem do biodecompositor.

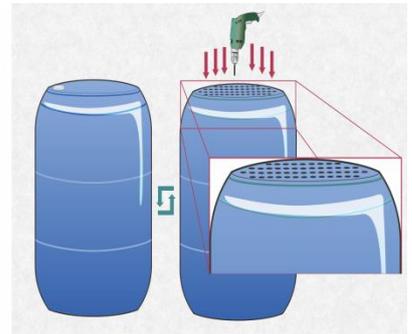
Figura 8- Passo a passo para a montagem do biodecompositor



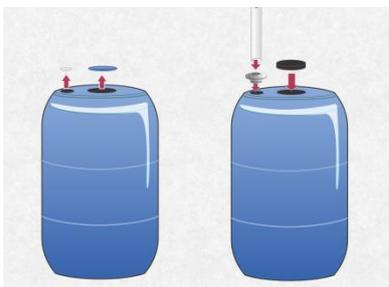
8.1 Materiais usados na construção do biodecompositor



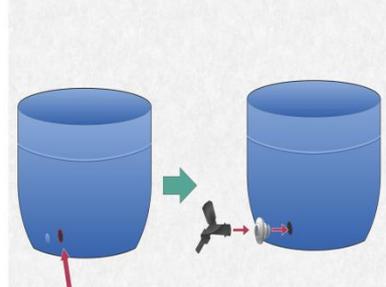
8.2 Corta-se uma bombona e será feito o encaixe.



8.3 Fura-se a bombona inteira por onde passará o chorume.



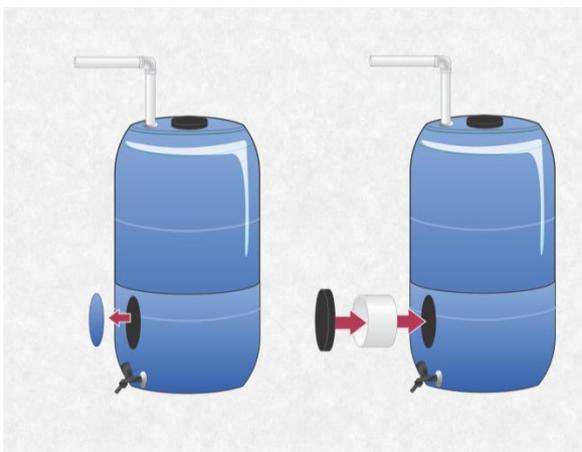
8.4 Montagem do suspiro e da tampa



8.5 Colocação da torneira para retirar o biofertilizante



8.6 Encaixes das bombonas



8.7 Montagem da saída do adubo



8.8 Biodecompositor montado

Fonte: Autores, 2016

Após ilustrar toda a sequência apresentadas na Figura 8 para a montagem de forma correta do biodecompositor, apresentou-se o equipamento construído e pronto para ser implementado no Projeto (Figura 9), onde foi confirmado o fácil manuseio do equipamento.

Figura 9: Biodecompositor



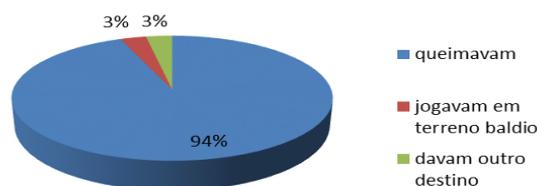
Fonte: Autores, 2016.

4.7 Destinação final dos resíduos sólidos orgânicos antes da implementação do projeto.

No questionário aplicado junto aos participantes para identificar a destinação final dos resíduos orgânicos sólidos antes do conhecimento e da implementação do projeto, 27 respondentes (94%) informaram que queimavam os resíduos sólidos, 1 respondente (3%) informou que jogava em terreno baldio e 1 respondente (3%) informou que dava outro destino aos resíduos orgânicos sólidos, de acordo com o que consta apresentado no gráfico da Figura 10.

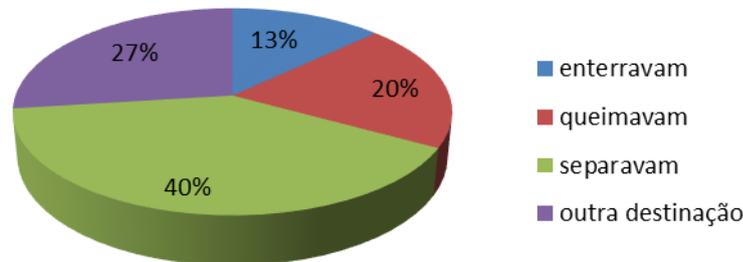
Dos gráficos 10 e 11 fez-se um comparativo entre os resultados informados pelo IBGE (2010) com os questionários aplicados aos participantes no que se refere a destinação final dos resíduos orgânicos gerados por essas famílias.

Figura 10: Destinação dos resíduos orgânicos



Fonte: Autores, 2016

Figura 11 : Resultados dos questionários aplicados juntos aos moradores da comunidade do Paricatuba



Fonte: Autores, 2016

Quando comparamos o questionário aplicado com as pessoas que participam do projeto, observamos que a destinação final dos resíduos orgânicos gerados pelos 15 participantes era a seguinte: 2 pessoas enterravam (13%), 3 queimavam (20%), 6 separavam (40%) e 4 (27%) davam outra destinação para esses resíduos, o que gerou uma certa preocupação quanto ao destino real para esses resíduos. Deve-se observar que houve a desistência de apenas 1 participante.

Observou-se ainda que é muito presente a cultura de queimar a céu aberto os resíduos produzidos, o que preocupa ao se comparar os dois gráficos apresentados já que o percentual de respondentes que informaram darem outras destinações aos resíduos é alto, equivalendo a 27%. Claramente percebe-se que a escolaridade está associada a esse fenômeno social. Quanto mais avançada a escolaridade, maior a faixa salarial, e em tese, maior o grau de entendimento ambiental. Temas como aquecimento global, conforme (INNOCENT; BITONDO; AZIBO, 2016) são evidentes historicamente, atualmente importante e continuará importante tanto a curto como a longo prazo. Concluiu-se, também, que a contaminação de lençol freático pelo chorume são temas que não são observados por comunidades que têm esse perfil. A educação ambiental inclusiva proposta nesse projeto pode ser uma importante ferramenta na mudança desse cenário.

4.8 Acompanhamento da Produção do Adubo orgânico

Após 60 dias dispendo resíduos orgânicos nos biodecompositores, foi realizada a primeira coleta e pesagem do adubo orgânico, sendo retirado 8,0 quilos de adubo orgânico e 1 litro de biofertilizante conhecido como “chorume”, retirada essa realizada apenas em um biodecompositor. Nessa primeira coleta, observou-se que alguns participantes colocaram uma grande quantidade de folhas o que tornou o processo de compostagem mais lento.

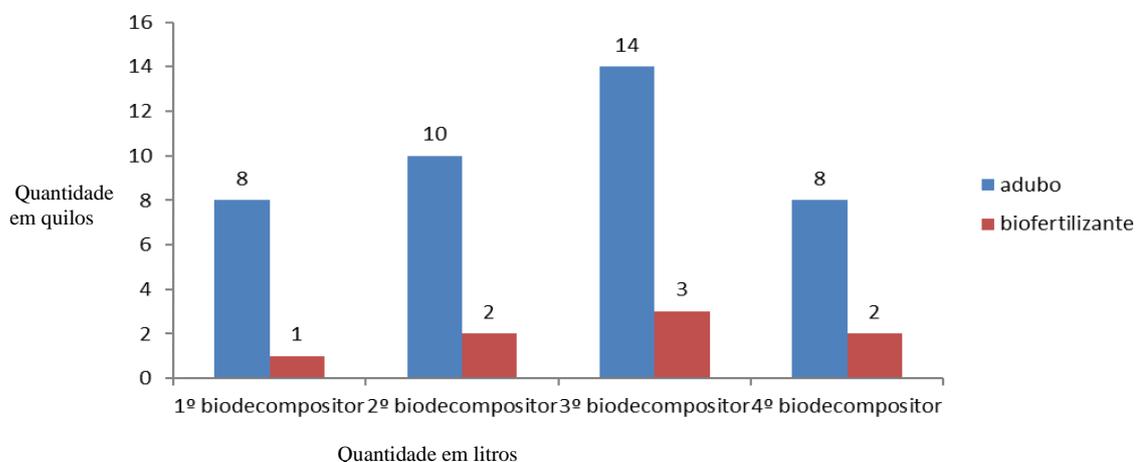
Nessa primeira coleta criou-se uma enorme expectativa, pois foram entregues 15 biodecompositores juntamente com o informativo e esperava-se um número maior de produtos. Fizemos o preparo do biofertilizante que seria aplicado em um canteiro, e em sua aplicação foi usada água na proporção 5:1, tendo como base no volume durante 30 dias.

No biodecompositor os resíduos orgânicos sólidos ficaram depositados na parte superior. Na extremidade inferior foi adaptada uma torneira a uma altura de 20 cm, deixando um espaço vazio de 92 cm de altura encaixada na bombona completa.

4.8.1 Produção de adubo e biofertilizante

Após 90 dias realizou-se a 2ª coleta onde se conseguiu coletar 40 quilos de adubo e 8,0 litros de biofertilizante, apresentados na Figura 12. Vale ressaltar que esta coleta foi realizada em apenas 4 biodecompositores.

Figura 12: Resultados da 2ª coleta do adubo orgânico e biofertilizante



Fonte: Autores, 2016

No Gráfico da figura 12 verificou-se que a média de produção de adubo orgânico foi de 10 quilos para cada biodecompositor e a média de biofertilizante foi de 2 litros. Essa produção foi destinada a canteiros já existentes nas residências das famílias participantes ou ainda a novos canteiros. As famílias receberam sementes de diversas hortaliças que foram plantadas onde se utilizou o adubo orgânico e o biofertilizante produzidos. Para a borrifação preparou-se uma mistura de biofertilizante com água onde em uma proporção de 1:5, utilizada durante o desenvolvimento das hortaliças.

4.8.2 Resultados das entrevistas realizadas após implementação do projeto.

Na tabela 2 apresenta-se o comportamento dos participantes em relação aos resíduos orgânicos antes e depois da implantação do Projeto apresentando vários elementos relacionados a estes resíduos.

Confrontou-se os resultados dos questionários aplicados com os participantes antes da implementação do Projeto e o direcionamento dos produtos produzidos pelos biodecompositores apresentados na tabela 2:

Tabela 2- Comportamento dos participantes do projeto

Participantes	Destinação do Lixo	Destinação do Adubo	Destinação do chorume	Destinação dos produtos	Motivação
Morador 1	Enterrava	Não aplica	Não aplica	Não aplica	Não aplica
Morador 2	Enterrava	Não aplica	Não aplica	Não aplica	Não aplica
Morador 3	Incinerava	Passou a usar no canteiro	Passou a usar no canteiro	Usar para o consumo da família	Tem uma maior satisfação em lidar com a terra.
Morador 4	Outros	Não aplica	Não aplica	Não aplica	Não aplica
Morador 5	Jogava no mato	Passou a usar no canteiro	Passou a usar no canteiro	Ampliação da horta e comercialização dos produtos produzidos na horta.	Sentiu-se fazendo uma economia com o que descartava
Morador 6	Outros	Não aplica	Não aplica	Não aplica	Não aplica
Morador 7	Incinerava	Não aplica	Não aplica	Não aplica	Não aplica
Morador 8	Descartava tudo	Passou a usar no canteiro	Passou a usar no canteiro	Usar para o consumo da família e para o uso no restaurante	Estimulada a usar essa mudança como atrativo para o seu restaurante.
Morador 9	Incinerava	Passou a usar no canteiro	Passou a usar no canteiro	Usou como complementação alimentar, distribuiu com os vizinhos	Passou a estimular outras pessoas a fazerem o mesmo.
Morador 10	Incinerava	Não aplica	Não aplica	Não aplica	Não aplica
Morador 11	Incinerava	Não aplica	Não aplica	Não aplica	Não aplica
Morador 12	Incinerava	Não aplica	Não aplica	Não aplica	Não aplica

Morador 13	Separava	Não aplica	Não aplica	Não aplica	Não aplica
Morador 14	Separava	Não aplica	Não aplica	Não aplica	Não aplica
Morador 15	Separava	Não aplica	Não aplica	Não aplica	Não aplica

Fonte: Autores, 2016

No que se refere à destinação do lixo os participantes do Projeto responderam que: 2 enterravam os resíduos (13%), 6 incineravam (40%), 3 separavam (20%), 1 jogava nas matas (7%), 2 davam outros destinos (13%), porém não responderam a destinação dos resíduos e 1 descartava tudo (7%). Verificou-se que o desconhecimento das consequências da forma da destinação final dos resíduos orgânicos pode trazer consequências enormes para esta comunidade, afetando assim a saúde da população local e principalmente sua qualidade de vida.

Após a 2ª coleta, constatou-se que não houve sucesso na produção do biofertilizante na maioria dos biodecompositores. Percebeu-se que 11 pessoas (73%) dos participantes não se envolveram ou fizeram de forma inadequada (Tabela 2), apesar do treinamento, das visitas realizadas para dialogar sobre a grande importância da Educação Ambiental e sua contribuição para esta vila, mesmo assim não houve envolvimento. Muitos participantes não conseguiram entender que a continuidade do Projeto seria da responsabilidade de cada um com pequenas atitudes, mas com grande impacto, principalmente o impacto ambiental para o local onde residem. Isso demonstra que há uma grande necessidade de acompanhamento contínuo de políticas públicas em desenvolver um programa governamental de acompanhamento e assistência social.

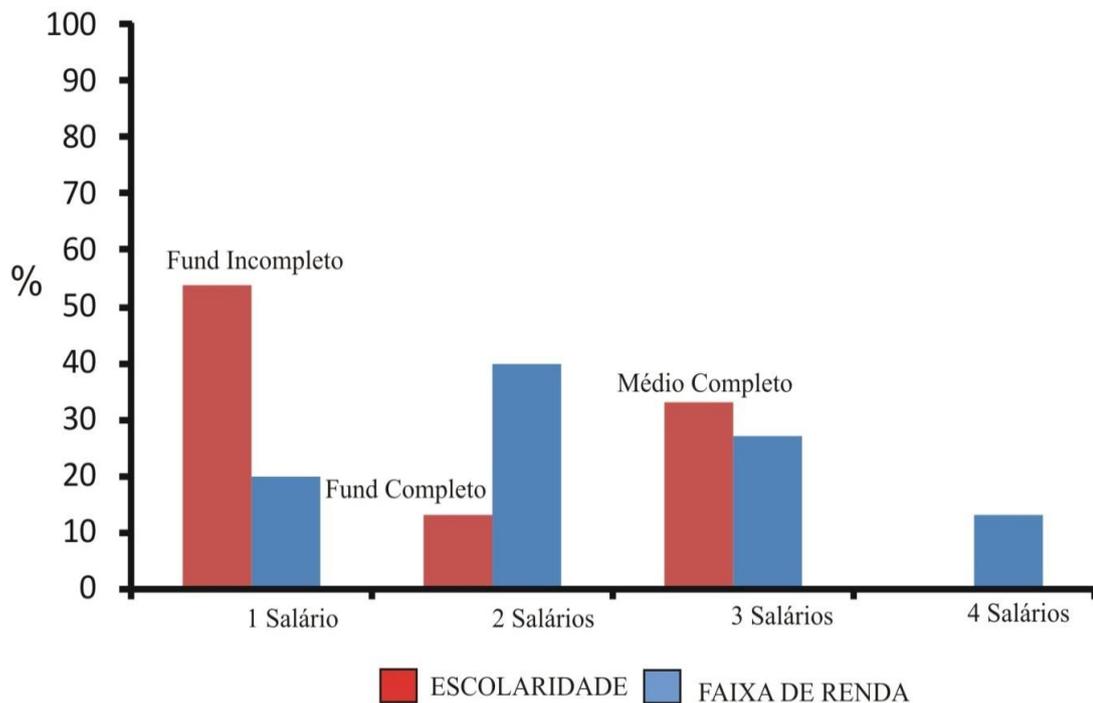
Apesar de apenas 4 dos participantes se envolverem e fazerem uso correto do biodecompositor e dos produtos produzidos, sendo este número de participantes considerado pequeno, mesmo assim foi de uma enorme contribuição para a mudança de comportamento e estado de espírito dessas pessoas. A Tabela 2 pode mostrar o estado de espírito desses participantes após a implementação do Projeto, quando um dos participantes informou que hoje possui uma maior satisfação em lidar com a terra.

A pouca adesão ao projeto pode ser explicada pelo caráter voluntário do projeto. Embora fosse uma aquisição gratuita, o biodecompositor não daria receita aos participantes. Outro ponto que corrobora para a pouca adesão ao projeto é a falta de entendimento sobre questões ambientais que, como o questionário mostra, foi aplicado a uma faixa social de baixa escolaridade.

Quando se analisa o grupo que efetivamente conduziu o projeto e se sensibilizou com a problemática envolvida, nota-se que a escolaridade e, conseqüentemente, a faixa de renda,

tem um peso significativo na aplicação e entendimento da proposta aqui apresentada. Demonstrou-se uma alternativa para a destinação final do lixo, com impactos diretos no ambiente e na renda dos participantes. A pouca adesão pode ser atribuída ao descaso de muitos com as questões ambientais. A figura 13 pode relacionar a escolaridade com a faixa de renda dos envolvidos no projeto.

Figura 13: Escolaridade e faixa de renda dos participantes do projeto



Fonte: Autores, 2016.

Outro participante relatou que ao fazer o uso correto do biodecompositor sentiu-se fazendo uma economia com o que descartava, e o direcionamento correto com os resíduos sólidos. Outro apresentou o sentimento de multiplicar esse conhecimento estimulando outras pessoas a aderirem a essa mudança, aplicando esse novo conhecimento como um atrativo para o seu futuro restaurante com a preparação de alimentos usando legumes e verduras oriundos de sua horta, totalmente livre de agrotóxico, o que se apresentará como um diferencial a ser explorado no futuro empreendimento para atrair e fidelizar clientes.

A vontade de estimular outras pessoas a fazerem o mesmo expressa que este projeto se justifica, pois antes da implementação as pessoas sequer conheciam o biodecompositor e direcionavam os resíduos orgânicos para outros locais, prejudicando assim o meio ambiente.

No que se refere à destinação dos produtos os participantes informaram que usaram os legumes e verduras para o consumo da família, onde notou-se que houve uma melhora na qualidade da alimentação. A ampliação da horta e a comercialização dos produtos produzidos foram informados por um dos participantes, ao usar na preparação das refeições oferecidas no seu restaurante. Outro participante informou que distribuiu sua produção com outros moradores locais e notou a satisfação dos mesmos e o envolvimento de outras pessoas da comunidade.

4.8.3 Utilização do adubo e biofertilizante

O projeto foi aplicado com 4 participantes, pois os demais colocaram nos biodecompositores apenas folhas, o que dificultou o processo da compostagem. Os participantes que realmente entenderam a importância e a grande contribuição deste projeto fizeram uso do adubo e do biofertilizante no direcionamento de suas hortas e canteiros.

As famílias utilizaram o biofertilizante e o adubo orgânico em várias situações como em plantações, hortas e canteiros. No canteiro, as pessoas plantavam vários vegetais dentre estes a cebolinha (*Allium fistulosum*), conforme mostrado na Figura 14-A, que inicialmente apresentava dificuldades de desenvolver e a partir do uso do biofertilizante pode se observar que houve uma grande melhora, conforme observada na Figura 14-B. A família que recebeu as sementes do coentro (*Coriandrum sativum*) montou um canteiro beneficiado com o adubo e com o biofertilizante. Logo após o plantio, observa-se os primeiros sinais da germinação (Figura 14- C e D). Na figura 14-E e 14-F, verificou-se a rápida germinação do coentro (*Coriandrum sativum*). Por ser de fácil comercialização e muito apreciada na culinária local, a família pretende vender esta primeira produção gerando assim uma renda extra. A família que recebeu as sementes de couve manteiga (*Brassica oleracea*) e de cebolinha (*Allium fistulosum*), adubou seu canteiro e usou o biofertilizante e observou que as hortaliças apresentam um desenvolvimento excelente, como apresentado na Figura 9-F. Segundo informado por esse participante, as hortaliças serão usadas para enriquecer a alimentação da família.

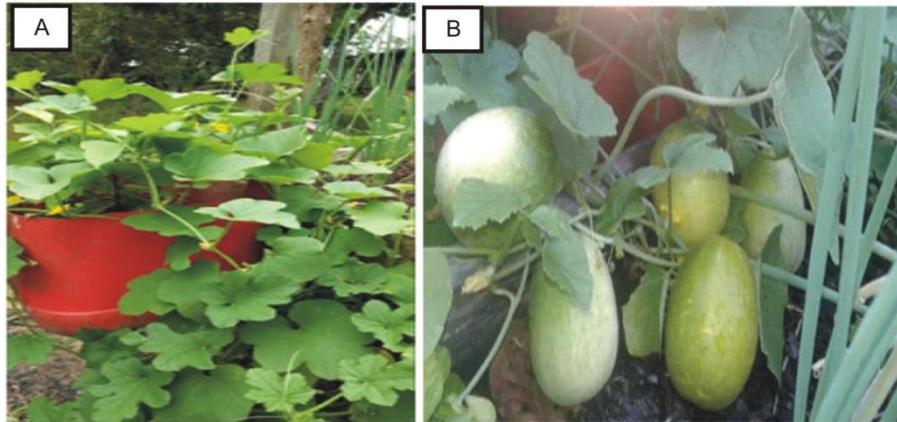
Figura 14: Local preparado para plantio antes (A) e após o uso do biofertilizante (B); início da germinação (C) e final da germinação (D) e; couve manteiga (E) e cebolinha (F) após uso do biofertilizante



Fonte: Pesquisa de campo, 2016

A família que usou o biofertilizante e o adubo em sua pequena plantação de feijão (*Phaseolus vulgaris*) verificou o desenvolvimento desta plantação e o surgimento das primeiras vagens observadas (Figura 15-A). Um dos participantes começou uma pequena plantação de pepino (*Cucumis sativus*), e relatou que pretende ampliar a plantação, para futuramente comercializar sua produção (Figura 15-B).

Figura 15: Vagens nascentes (A) e pepinos prontos para a colheita (B).



Fonte: Pesquisa de campo, 2016

Também foi avaliada uma plantação de jerimum, nome popular local da abóbora (*Cucurbita Pepo*). Esta plantação foi adubada com o adubo produzido pelo biodecompositor e irrigada com o biofertilizante. Vale ressaltar que o jerimum é bastante utilizado no enriquecimento da alimentação e este legume em especial pode ser consumido sem a preocupação da presença de agrotóxicos. A família relatou que pretende ampliar sua horta e que nunca havia obtido sucesso em outras tentativas de plantar este legume e que está extremamente satisfeita com o resultado. O resultado obtido com sucesso da sementeira de pepino (*Cucumis sativus*) depois de 15 dias da sementeira foram observados os primeiros sinais de flores, onde se deduz que esta plantação dará muitos frutos.

Este tipo de pepino também conhecido como pepino redondo da Itália pode ser consumido ou ainda comercializado pela família, que pode desfrutar dos vários benefícios proporcionados pelas propriedades deste legume, dentre eles as vitamina A, vitamina B, vitamina C e vitamina K ou ainda Cálcio, Magnésio, Potássio, Fósforo, Zinco.

4.8.4 Destinação final dos produtos

No que se refere à destinação dos produtos, observou-se que a maioria das pessoas que participaram do projeto não fizeram o uso dos produtos, pois não fizeram uso correto do biodecompositor, apesar de todo o acompanhamento que receberam e todas as informações. Ainda assim essas pessoas preferiram continuar com as antigas práticas prejudicando o

ambiente onde vivem. Porém, as pessoas que realmente entenderam a importância deste Projeto relataram que estão satisfeitas com os resultados, usando os produtos para o consumo da família. Outra família relatou que pretende ampliar sua horta diversificando os legumes e verduras na sua próxima semeadura. Observou-se a pretensão de comercializar os produtos gerando uma renda extra para o sustento da família. Verificou-se algo interessante que foi o compartilhamento dos produtos com os vizinhos, onde há uma relação de aproximação ou de fortalecimento das relações interpessoais.

4.8.5 Motivação dos participantes após 3 meses de implementação do projeto

Em relação à motivação das pessoas que participavam do projeto, uma pessoa relatou que antes do projeto lidava com a terra, mas não tinha tanto esmero. Porém, após ter acesso aos produtos gerados pelo biodecompositor e o resultado observado passou a lidar com a terra com uma maior satisfação, pois a mesma pode gerar produtos para enriquecer e melhorar sua alimentação e de sua família, trazendo assim uma qualidade de vida que possibilita variar os produtos plantados. Outro participante relatou que antes do projeto não fazia separação dos resíduos, o que gerava uma quantidade desnecessária de resíduos descartados de forma incorreta no meio ambiente, gerando fatores que poderiam futuramente causar várias doenças, e que após a participação do projeto agora separa os resíduos orgânicos direcionando-os para o biodecompositor.

A expectativa de ter como atrativos produtos totalmente livres de agrotóxicos foram relatados por um dos participantes onde se notou claramente a grande satisfação que este projeto trouxe como contribuição, o que antes tudo era direcionado para a lixeira, hoje é direcionado para a compostagem.

A possibilidade de multiplicar esse conhecimento para as pessoas que ainda não tiveram essa oportunidade foi o relato de um dos participantes que relatou que incinerava todos os resíduos produzidos e agora passa a ser um agente multiplicador, tendo hoje a grande responsabilidade de ampliar esses conhecimentos para os demais moradores.

Embora apenas um pequeno número de participantes tenha realmente abraçado este projeto, acredita-se que o mesmo alcançou seus objetivos com sucesso, pois ao chegar à comunidade para difundir a ideia de diminuir os resíduos sólidos lançados no meio ambiente através do uso do biodecompositor, as pessoas nem sequer sabiam o que era um biodecompositor e agora esse conhecimento começa a surgir de forma discreta, mas com

grande importância. Além disso, verificou-se, as mudanças ocorridas nas vidas das pessoas que realmente se comprometeram tanto na parte da conscientização ambiental quanto na preocupação com uma qualidade de vida melhor para a comunidade onde residem, além de visualizarem futuramente como um complemento de renda. Considerou-se todas essas mudanças como a grande contribuição do Projeto, pois ao transformar atitudes das pessoas contribuindo para a melhoria na qualidade de vida, possibilidade de diminuir a incidência de certas doenças, fortalecimentos das relações com a vizinhança e pode conviver em um ambiente saudável.

CONCLUSÕES

Após o período de três meses monitorando as famílias participantes do projeto, observou-se várias situações, entre as quais a que mais chamou atenção refere-se ao fato que, mesmo com o treinamento, o acompanhamento, a aquisição do informativo percebeu-se que não houve um total engajamento por parte das famílias envolvidas no projeto. Porém, quem realmente percebeu a importância e a grande contribuição desse projeto apresentou uma grande mudança de comportamento e de atitudes destacadas a seguir:

- 1- As relações interpessoais entre as famílias, pois as mesmas passaram a dividir o adubo orgânico e o biofertilizante produzidos pelo biodecompositor com outras famílias da comunidade, para que esses produtos fossem aplicados em seus canteiros ou em plantações frutíferas.
- 2- Observou-se que as famílias que já possuíam canteiros agora pensam em vender as verduras produzidas para gerar renda extra no seu orçamento, fazendo planos para ampliar seus canteiros. Constatou-se entre essas pessoas o entusiasmo e uma grande satisfação no manuseio da terra.
- 3- O conhecimento com o descarte correto trouxe novas atitudes, que agora passam a fazer parte do dia a dia dessas famílias e passam a envolver outras famílias que pretendem possuir um biodecompositor.

- 4- Pode-se, ainda, constatar que houve diminuição dos resíduos, descartados de forma inadequada no meio ambiente.
- 5- Contatou-se que através de um equipamento de fácil manejo e de atitudes simples pode-se transformar a vida das pessoas e principalmente suas atitudes através da Educação Ambiental.
- 6- Destaca-se também, o interesse por parte da comunidade em se engajar em programas educativos envolvendo toda a comunidade para uma maior conscientização para a conservação da vila considerada como Patrimônio Histórico Imaterial, por meio da lei 4.260

É inegável que há uma longa caminhada para que toda a comunidade passe a praticar novos hábitos e mudanças de comportamentos a respeito da destinação final dos resíduos sólidos orgânicos, porém apesar da mudança ter sido pequena, considera-se que foi de uma contribuição enorme, de acordo com o que foi apresentado e relatado pelas pessoas envolvidas. Espera-se que este projeto continue dando frutos e multiplicando novas atitudes contribuindo para um Meio Ambiente mais saudável de uma vila considerada pelos moradores e por centenas de visitantes como um pequeno paraíso. É preciso preservar este paraíso para que seus moradores e visitantes possam desfrutar por um longo tempo das belezas e benefícios proporcionados de forma gratuita pela natureza.

REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, Ana Cláudia Alves de. **A study of the inclusion of the Collectors in the National Policy on Solid Waste: in the form of awareness and education. Solid waste: perspectives and challenges for integrated management (in Portuguese)** Um estudo da inserção dos Catadores na Política nacional de Resíduos sólidos: na forma de conscientizar e educar. Resíduos sólidos: perspectivas e desafios para a gestão integrada / Soraya Giovanetti El-Deir. - 1. ed. -Recife: EDUFRPE, 2014. 393 p
- ABUSHAMMALA, M. F. M. et al. **Green Biological Transformation of Food and Yard Waste***Jurnal Teknologi*, 10 fev. 2015. Disponível em: <<http://www.jurnalteknologi.utm.my/index.php/jurnalteknologi/article/view/3550>>. Acesso em: 11 jan. 2016
- ARIAS, L. A. et al. **UML for the design of the Biodigester automation**Proceedings of the 2012 6th IEEE/PES Transmission and Distribution: Latin America Conference and Exposition, T and D-LA 2012. **Anais...**2012
- ARIUNBAATAR, J. et al. Pretreatment methods to enhance anaerobic digestion of organic solid waste. **Applied Energy**, v. 123, p. 143–156, jun. 2014.
- ASIF, M. et al. An integrated management systems approach to corporate social responsibility. **Journal of Cleaner Production**, v. 56, p. 7–17, 2013.
- AWASTHI, M. K. et al. Evaluation of thermophilic fungal consortium for organic municipal solid waste composting. **Bioresource technology**, v. 168, p. 214–21, set. 2014.
- BARI, Q. H.; KOENIG, A. Application of a simplified mathematical model to estimate the effect of forced aeration on composting in a closed system. **Waste Management**, v. 32, n. 11, p. 2037–2045, nov. 2012.
- BAZRAFSHAN, E. et al. Maturity and Stability Evaluation of Composted Municipal Solid Wastes. **Health Scope**, v. 5, n. 1, 15 fev. 2016.
- BENLBOUKHT, F. et al. Biotransformation of organic matter during composting of solid wastes from traditional tanneries by thermochemolysis coupled with gas chromatography and mass spectrometry. **Ecological Engineering**, v. 90, p. 87–95, 2016.
- BHATTACHARYA, S. S. et al. The effects of composting approaches on the emissions of anthropogenic volatile organic compounds: A comparison between vermicomposting and general aerobic composting. **Environmental pollution (Barking, Essex : 1987)**, v. 208, n. Pt B, p. 600–7, jan. 2016.
- BIAŁOBRZEWSKI, I. et al. Model of the sewage sludge-straw composting process

integrating different heat generation capacities of mesophilic and thermophilic microorganisms. **Waste management (New York, N.Y.)**, v. 43, p. 72–83, set. 2015.

BONANOMI, G. et al. Soil quality recovery and crop yield enhancement by combined application of compost and wood to vegetables grown under plastic tunnels. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 192, p. 1–7, jul. 2014.

BRUNNER, P. H.; RECHBERGER, H. Waste to energy - key element for sustainable waste management. **Waste Management**, v. 37, p. 3–12, 2015.

BURNETT, S. E.; MATTSON, N. S.; WILLIAMS, K. A. Substrates and fertilizers for organic container production of herbs, vegetables, and herbaceous ornamental plants grown in greenhouses in the United States. **Scientia Horticulturae**, jan. 2016.

BUSTAMANTE, M. A. et al. Recycling of anaerobic digestates by composting: effect of the bulking agent used. **Journal of Cleaner Production**, v. 47, p. 61–69, maio 2013.

ÇALIŞKAN, Y. et al. **Composting of Municipal Solid Waste as a Useful Product** **Journal of Selcuk University Natural and Applied Science**, 29 set. 2014. Disponível em: <<http://www.josunas.org/login/index.php/josunas/article/view/403>>. Acesso em: 10 fev. 2016

CAMPERO, O. et al. Implementación del programa de mitigación de los efectos negativos del gas metano CH₄, con la ejecución de acciones integrales de energías renovables y medio ambiente en el área rural de La Paz, Cochabamba y Santa Cruz. **Tecnologías en Desarrollo**, p. 1-36, 2008.

CATROUILLET, C. et al. Geochemical modeling of Fe(II) binding to humic and fulvic acids. **Chemical Geology**, v. 372, p. 109–118, 2014.

CENSO, I. B. G. E. Disponível em: <[http://www. censo 2010. ibge. gov. br/](http://www.censo 2010. ibge. gov. br/)>. **Consultado em 22.04.2016**, v. 12, 2010.

CESARO, A.; BELGIORNO, V. Pretreatment methods to improve anaerobic biodegradability of organic municipal solid waste fractions. **Chemical Engineering Journal**, v. 240, p. 24–37, mar. 2014.

CERETTA, GILBERTO FRANCISCO; SILVA, FERNANDA KUMM; ROCHA, AC da. Gestão Ambiental e a problemática dos resíduos sólidos domésticos na área rural do município de São João-PR. **Revista ADMpg Gestão Estratégica**, v. 6, n. 1, p. 17-25, 2013.

CIOTOLA, R. J.; LANSING, S.; MARTIN, J. F. Emergy analysis of biogas production and electricity generation from small-scale agricultural digesters. **Ecological Engineering**, v. 37, n. 11, p. 1681–1691, 2011.

CORRÊA, M. P., & da Silva, J. A. F. (2015). Educational - Educational Center for Integrated Management of solid water: Case study feasibility assessment in Institute Fluminense - Campos Macaé, in Portuguese Centro didático-pedagógico para o gerenciamento integrado de resíduos sólidos: Estudo de caso para avaliação de viabilidade no Instituto Federal

Fluminense- Campus Macaé, RJ-Brasil. *Holos*, 6, 414-431.

COTTA, J. A. DE O. et al. Compostagem versus vermicompostagem: comparação das técnicas utilizando resíduos vegetais, esterco bovino e serragem. **Engenharia Sanitaria e Ambiental**, v. 20, n. 1, p. 65–78, mar. 2015.

DADHICH, S. K. et al. Optimizing crop residue-based composts for enhancing soil fertility and crop yield of rice. **Indian Journal of Agricultural Sciences**, v. 82, n. 1, p. 85–88, 2012.

DAMERELL, P.; HOWE, C.; MILNER-GULLAND, E. J. Child-orientated environmental education influences adult knowledge and household behaviour. **Environmental Research Letters**, v. 8, n. 1, p. 15016, 1 mar. 2013.

DE OLIVEIRA, C. M. et al. Regulation of surface and subterranean fresh water in the MERCOSUR regional integration. **Ambiente e Agua - An Interdisciplinary Journal of Applied Science**, v. 11, n. 2, p. 291, 15 abr. 2016.

DOAN, T. T. et al. Impact of compost, vermicompost and biochar on soil fertility, maize yield and soil erosion in Northern Vietnam: a three year mesocosm experiment. **The Science of the total environment**, v. 514, p. 147–54, 1 maio 2015.

DOMÍNGUEZ, J. et al. Vermicomposting grape marc yields high quality organic biofertiliser and bioactive polyphenols. **Waste management & research: the journal of the International Solid Wastes and Public Cleansing Association, ISWA**, v. 32, n. 12, p. 1235–40, 2014.

FAVERIAL, J.; SIERRA, J. Home composting of household biodegradable wastes under the tropical conditions of Guadeloupe (French Antilles). **Journal of Cleaner Production**, v. 83, p. 238–244, nov. 2014.

FERRER, I. et al. Biogas production in low-cost household digesters at the Peruvian Andes. **Biomass and Bioenergy**, v. 35, n. 5, p. 1668–1674, 2011.

FONGARO, G. et al. Utility of specific biomarkers to assess safety of swine manure for biofertilizing purposes. **Science of the Total Environment**, v. 479–480, n. 1, p. 277–283, 2014.

FUJII, M. et al. Regional and temporal simulation of a smart recycling system for municipal organic solid wastes. **Journal of Cleaner Production**, v. 78, p. 208–215, 2014.

GABHANE, J. et al. Additives aided composting of green waste: effects on organic matter degradation, compost maturity, and quality of the finished compost. **Bioresource technology**, v. 114, p. 382–8, jun. 2012.

GALLARDO, A. et al. Methodology to design a municipal solid waste pre-collection system. A case study. **Waste Management**, v. 36, p. 1–11, 2015.

GARFÍ, M. et al. Household anaerobic digesters for biogas production in Latin America: A

review. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 60, p. 599–614, 2016.

GIFFORD, R.; NILSSON, A. Personal and social factors that influence pro-environmental concern and behaviour: A review. **International Journal of Psychology**, v. 49, n. 3, p. 141–57, 2014.

GIUDICIANNI, P. et al. Thermal and mechanical stabilization process of the organic fraction of the municipal solid waste. **Waste Management**, v. 44, p. 125–134, 2015.

GUERRERO, L. A.; MAAS, G.; HOGGLAND, W. Solid waste management challenges for cities in developing countries. **Waste Management**, v. 33, n. 1, p. 220–232, 2013.

HANC, A.; DRESLOVA, M. Effect of composting and vermicomposting on properties of particle size fractions. **Bioresource technology**, 22 fev. 2016.

HERVA, M.; NETO, B.; ROCA, E. Environmental assessment of the integrated municipal solid waste management system in Porto (Portugal). **Journal of Cleaner Production**, v. 70, p. 183–193, maio 2014.

HUANG, G. F. et al. Transformation of organic matter during co-composting of pig manure with sawdust. **Bioresource Technology**, v. 97, n. 15, p. 1834–1842, 2006.

INNOCENT, Ndoh Mbue; BITONDO, D.; AZIBO, Balgah Roland. Climate variability and change in the Bamenda Highlands of North Western Cameroon: Perceptions, impacts and coping mechanisms. 2016.

ISMAEL, Luara Lourenço et al. Evaluation of composting bins for small-scale recycling of organic wastes.(in Portuguese) Avaliação de composteiras para reciclagem de resíduos orgânicos em pequena escala. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 8, n. 4, p. 28-39, 2013.

JINDO, K. et al. Influence of biochar addition on the humic substances of composting manures. **Waste management (New York, N.Y.)**, v. 49, p. 545–552, 16 jan. 2016.

KASHMANIAN, Richard M. et al. Quantities, characteristics, barriers, and incentives for use of organic municipal by-products. **Land application of agricultural, industrial, and municipal by-products**, p. 127-167, 2000.

KELESSIDIS, A.; STASINAKIS, A. S. Comparative study of the methods used for treatment and final disposal of sewage sludge in European countries. **Waste Management**, v. 32, n. 6, p. 1186–1195, 2012.

LIM, S. L. et al. The use of vermicompost in organic farming: Overview, effects on soil and economics. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 95, n. 6, p. 1143–1156, 2015.

LÓPEZ-GONZÁLEZ, J. A. et al. Dynamics of bacterial microbiota during lignocellulosic waste composting: Studies upon its structure, functionality and biodiversity. **Bioresource technology**, v. 175C, p. 406–416, 31 out. 2014.

LUSHI, Isuf. Production of compost and its economic importance. **American Scientific Research Journal for Engineering, Technology, and Sciences (ASRJETS)**, v. 16, n. 1, p. 319-327, 2016.

MEHTA, N.; KARNWAL, A. Solid waste management with the help of vermicomposting and its applications in crop improvement. **Journal of Biology and Earth Sciences**, v. 3, n. 1, p. B8–B16, 2013.

PELEGRINI, Djalma Ferreira; VLACH, Vânia Rúbia Farias. The multiple dimensions of environmental education: towards an approach expansion (*in Portuguese*) As múltiplas dimensões da Educação Ambiental: por uma ampliação da abordagem. **Soc. nat.**, p. 187-196, 2011.

PUI, K. et al. Sustainable reuse of rice residues as feedstocks in vermicomposting for organic fertilizer production. p. 1349–1359, 2014.

SAER, A. et al. Life cycle assessment of a food waste composting system: environmental impact hotspots. **Journal of Cleaner Production**, v. 52, p. 234–244, ago. 2013.

SEN, B. et al. State of the art and future concept of food waste fermentation to bioenergy. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 53, p. 547–557, 2016.

SHEKDAR, A. V. Sustainable solid waste management: An integrated approach for Asian countries. **Waste Management**, v. 29, n. 4, p. 1438–1448, 2009.

SIQUEIRA, T. M. O. DE; ASSAD, M. L. R. C. L. Compostagem de resíduos sólidos urbanos no Estado de São Paulo (Brasil). **Ambiente & Sociedade**, v. 18, n. 4, p. 243–264, dez. 2015.

SMITH, M. T.; SCHROENN GOEBEL, J.; BLIGNAUT, J. N. The financial and economic feasibility of rural household biodigesters for poor communities in South Africa. **Waste Management**, v. 34, n. 2, p. 352–362, 2014.

SOOBHANY, N.; MOHEE, R.; GARG, V. K. Experimental process monitoring and potential of *Eudrilus eugeniae* in the vermicomposting of organic solid waste in Mauritius. **Ecological Engineering**, v. 84, p. 149–158, 2015.

SOSA, R. et al. Diversification and overviews of anaerobic digestion of Cuban pig breeding. **Cuban Journal of Agricultural Science**, v. 48, n. 1, 2014.

THANGAVEL, S.; RAJAN, Sujin David S.; KEVIN, B. C. A Novel Approach to treat Bio Wastes Using Biodigesters and Microorganisms Employed to Increase Plastic Degradation. **Research Journal of Engineering and Technology**, v. 4, n. 4, p. 8, 2013.

TORRES, Raissa de Souza Graça. Municipal solid waste management in municipalities located within the direct influence area of the Açú Port Complex: diagnosis and proposals (in Portuguese) Gerenciamento de resíduos sólidos urbanos nos municípios localizados na área de influência direta do Complexo do Porto do Açú: diagnóstico e propostas. **Boletim do Observatório Ambiental Alberto Ribeiro Lamego**, v. 8, n. 1, p. 135-154, 2015.

THODE FILHO, Sergio et al. The Reverse Logistics and National Policy of Solid Waste: a challenges to the brazilian reality (in Portuguese) A logística reversa e a Política Nacional de Resíduos Sólidos: desafios para a realidade brasileira. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental (Fechada para submissões por tempo indeterminado)**, v. 19, n. 3, p. 529-538, 2015.

UYARRA, E.; GEE, S. Transforming urban waste into sustainable material and energy usage: The case of Greater Manchester (UK). **Journal of Cleaner Production**, v. 50, p. 101–110, 2013.

VANDEN NEST, T. et al. Effect of organic and mineral fertilizers on soil P and C levels, crop yield and P leaching in a long term trial on a silt loam soil. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 197, p. 309–317, 2014.

VELASQUES, Fabio et al. Screening plants, composting and manure treatment: na economic option and sustainable (in portuguese) Usinas de Triagem, Compostagem e Tratamento de Chorume: Uma opção econômica e sustentável. **Revista Augustus**, v. 20, n. 39, p. 65-75, 2015.

VIAENE, J. et al. Opportunities and barriers to on-farm composting and compost application: A case study from northwestern Europe. **Waste management (New York, N.Y.)**, v. 48, p. 181–92, fev. 2016.

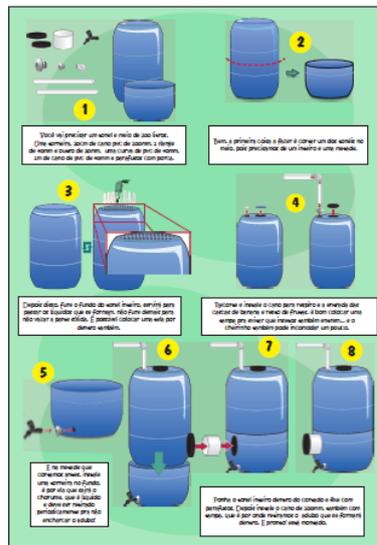
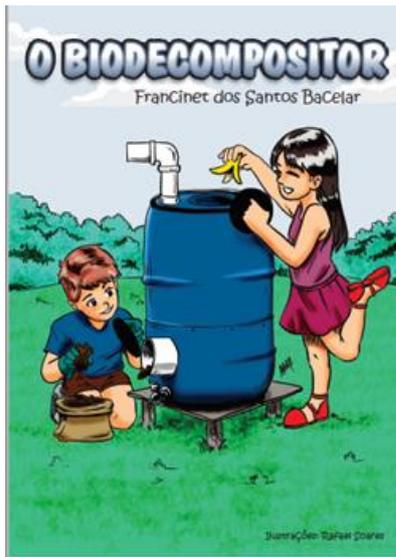
VINDOURA-GOMES, R. M.; CÂMARA, V. DE M.; SOUZA, D. P. O. DE. Escolares residentes em área impactada por aterro sanitário e seu conhecimento sobre poluição. **Cadernos Saúde Coletiva**, v. 23, n. 4, p. 445–452, dez. 2015.

WANG, C. et al. Spectroscopic evidence for biochar amendment promoting humic acid synthesis and intensifying humification during composting. **Journal of Hazardous Materials**, v. 280, p. 409–416, 2014.

YANG, L. et al. Effects of vermicomposts on tomato yield and quality and soil fertility in greenhouse under different soil water regimes. **Agricultural Water Management**, v. 160, p. 98–105, 2015.

ZHANG, L.; SUN, X. Influence of bulking agents on physical, chemical, and microbiological properties during the two-stage composting of green waste. **Waste Management**, v. 48, p. 115–126, 2016.

Anexo – Cartilha do Biodecompositor



FIM