



BANHEIRO SECO COMO SOLUÇÃO SANITÁRIA PARA COMUNIDADES EM  
EXTREMA POBREZA:  
UM ESTUDO DE CASO DE JARDIM GRAMACHO

Luis Otavio da Silveira Porto

Luiz Gabriel Sucrmont Rodrigues Simões

Projeto de Graduação apresentado ao Curso de Engenharia Ambiental da Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Engenheiro Ambiental.

Orientador: Heloisa Teixeira Firmo

Rio de Janeiro

Abril de 2016

**BANHEIRO SECO COMO SOLUÇÃO SANITÁRIA PARA COMUNIDADES EM  
EXTREMA POBREZA:  
UM ESTUDO DE CASO DE JARDIM GRAMACHO**

Luis Otavio da Silveira Porto

Luiz Gabriel Sucrmont Rodrigues Simões

PROJETO DE GRADUAÇÃO SUBMETIDO AO CORPO DOCENTE DO CURSO  
DE ENGENHARIA AMBIENTAL DA ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE  
FEDERAL DO RIO DE JANEIRO COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS  
PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE ENGENHEIRO AMBIENTAL.

Examinada por:

---

Prof. Heloisa Teixeira Firmo, D. Sc.

---

Prof. Monica Pertel, D. Sc.

---

Prof. Elaine Garrido Vazquez, D. Sc.

Porto, Luis Otavio da Silveira.

Simões, Luiz Gabriel Sucrmont Rodrigues.

Título: Banheiro Seco como solução sanitária para comunidades em extrema pobreza: Um estudo de caso de Jardim Gramacho / Luis Otavio da Silveira Porto/ Luiz Gabriel Sucrmont Rodrigues Simões – Rio de Janeiro: UFRJ/ ESCOLA POLITÉCNICA, 2016.

XIII, 141p. : il. 91; 29,7 cm.

Orientador: Heloisa Teixeira Firmo

Projeto de Graduação – UFRJ/POLI/Engenharia Ambiental, 2016.

Referências Bibliográficas: p. 116 – 121.

1. Banheiro Seco. 2. Compostagem. 3. Saneamento 4. Jardim Gramacho. I. Firmo, Heloisa Teixeira. II. Universidade Federal do Rio de Janeiro, UFRJ, Engenharia Ambiental. III. Banheiro Seco como solução sanitária para comunidades em extrema pobreza: Um estudo de caso de Jardim Gramacho.

*Dedicamos esse trabalho, às nossas famílias que sempre nos apoiaram em todos os momentos, independentemente das adversidades. Aos nossos amigos, por todo conhecimento acadêmico e pessoal compartilhado, tornando-se indispensáveis ao longo de toda essa trajetória. Aos nossos professores, por nos trazerem profundos conhecimentos teóricos no decorrer do curso. E, em especial à nossa orientadora e eterna coordenadora que possibilitou a conclusão deste trabalho. A todos, deixamos aqui o nosso muito obrigado.*

*“A superação da pobreza não é um gesto de caridade. É um ato de justiça. Assim como a escravização e o Apartheid, a pobreza foi criada pelo homem e pode ser removida pelas ações dos seres humanos”*

**Nelson Mandela**

Resumo do Projeto de Graduação apresentado à Escola Politécnica/ UFRJ como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Engenheiro Ambiental.

Banheiro Seco como solução sanitária para comunidades em extrema pobreza:

Um estudo de caso de Jardim Gramacho

Luis Otavio da Silveira Porto

Luiz Gabriel Sucrmont Rodrigues Simões

Abril/2016

Orientador: Heloisa Teixeira Firmo

Curso: Engenharia Ambiental

Atualmente, cerca de 40% da população mundial carece de saneamento básico e 7500 pessoas morrem diariamente por doenças relacionadas à falta de saneamento (OMS, 2014). No Brasil o panorama se agrava ainda mais, pois 51,4% da sociedade brasileira, seja ela urbana ou rural, não é atendida por nenhuma rede coletora de esgoto (SNIS, 2015). Assim, o presente trabalho visa desenvolver um modelo de banheiro seco como solução sanitária para comunidades em extrema pobreza.

Inicialmente serão definidos conceitos essenciais para o projeto como Banheiro Seco, ONG TETO e Extrema Pobreza. Após o capítulo de referencial teórico é apresentada a revisão bibliográfica. Neste item comparam-se modelos de banheiros secos já existentes e faz-se uma proposta da melhor opção para a realidade do projeto.

Subsequentemente, no capítulo de metodologia é desenvolvida uma caracterização e proposta de banheiro seco para a comunidade de Jardim Gramacho. Portanto, desenvolve-se um protótipo de banheiro seco a ser construído na comunidade de Jardim Gramacho, levando em consideração o dimensionamento, a estrutura e a operação do sistema.

Nas considerações finais é feito um resumo do que foi abordado em cada capítulo e é realizada uma análise final dos impactos positivos que serão trazidos para as 300 famílias atendidas pelo projeto, caso o modelo venha a ser implementado na prática.

*Palavras Chave: Banheiro Seco, Compostagem, Saneamento, Jardim Gramacho*

Abstract of Undergraduate Project presented to POLI/UFRJ as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Engineer.

## Composting Toilet as sanitation solution for extremely poor communities

### A Case Study of Jardim Gramacho

Luis Otavio da Silveira Porto

Luiz Gabriel Sucrmont Rodrigues Simões

April/2016

Advisor: Heloisa Teixeira Firmo

Course: Environmental Engineering

In the current situation, around 40% of the world's population grow without proper sanitation. In addition, everyday 7500 causes of death are related to the lack of basic sanitation (OMS, 2014). In Brazil, the scenery is even worse: 51,4% of Brazilian society is not attended by a waste water network. Therefore, this project aims to develop a model of composting toilet as a sanitary solution for extremely poor communities (SNIS, 2015).

First, essential concepts will be defined for a better understanding of the study, such as composting toilet, NGO TETO and extreme poverty. The next chapter, Literature Review, compares different types of composting toilets in order to choose the most suitable for the project's reality.

After, the methodology chapter is divided in two parts. The first one consists of a characterization of the studied area, Jardim Gramacho. The second presents the chosen composting toilet proposal. In this section the system's dimensions, structure, operation.

In the final considerations, a resume of each chapter is presented. This part of the project also shows the final analysis of the positive impacts that this project, if implemented, will bring to 300 families.

**Key Words:** *Composting toilet, Composting, Sanitation, Jardim Gramacho.*

# SUMÁRIO

1. Introdução.....	1
1.1. Apresentação do Tema.....	1
1.2. Objetivo .....	3
1.3. Justificativa .....	3
1.4. Metodologia .....	4
1.5. Estrutura do Trabalho .....	4
2. Referencial Teórico .....	6
2.1. Água e Saneamento .....	6
2.1.1. Panorama Atual .....	6
2.1.2. Saneamento no Brasil .....	6
2.1.3. Políticas Públicas de Saneamento .....	11
2.2. Extrema Pobreza .....	14
2.3. Apresentação ONG TETO.....	18
2.3.1. Geral .....	18
2.3.2. Casa de Emergência.....	22
2.3.3. Limitações do projeto .....	24
2.4. Banheiro Seco .....	25
2.4.1. Definição .....	25
2.4.2. Compostagem .....	27
2.4.2.1. Umidade .....	29
2.4.2.2. Oxigênio .....	30
2.4.2.3. Temperatura .....	31
2.4.2.4. Dieta Balanceada.....	32
2.4.2.5. Ciclos e Classificação.....	33
3. Revisão Bibliográfica de Banheiro Seco.....	35
3.1. Trabalho Conclusão de Curso: Bárbara Alves.....	35

3.1.1.	Apresentação do Trabalho.....	35
3.1.2.	Banheiro Seco ACEPSJ.....	36
3.1.3.	Banheiro Seco ONG Gaia Village.....	37
3.1.4.	Banheiro seco em propriedade particular.....	39
3.1.5.	Considerações Finais do Trabalho.....	40
3.1.6.	Relação com o Estudo de Caso.....	42
3.2.	Banheiro seco ONG TECHO Ecuador.....	42
3.2.1.	TECHO Ecuador.....	42
3.2.2.	Sistema banheiro seco TECHO Ecuador.....	45
3.3.	Humanure Handbook: Conceituação e aplicações.....	51
3.3.1.	Conceituação.....	51
3.3.2.	Modelo MUDA.....	58
3.3.2.1.	MUDA.....	58
3.3.2.2.	Banheiro seco MUDA.....	59
3.3.3.	Modelo GiveLove.....	61
3.3.3.1.	Haiti.....	61
3.3.3.2.	Banheiro Seco GiveLove.....	63
3.4.	Análise Comparativa.....	66
4.	Estudo de caso: Jardim Gramacho.....	70
4.1.	Descrição.....	70
4.2.	Caracterização.....	82
4.2.1.	Dimensionamento.....	83
4.2.2.	Modelo e Estrutura.....	90
4.2.3.	Operação.....	98
4.3.	Análise de Resultados.....	106
5.	Considerações Finais.....	109
	Referências Bibliográficas.....	116
	APÊNDICE A – PLANTAS.....	122

APÊNDICE B – CUSTOS .....	128
APÊNDICE C – APRESENTAÇÃO DO TRABALHO.....	131
ANEXO A – CONSTRUÇÃO DO BANHEIRO.....	138
ANEXO B – MAPA DE JARDIM GRAMACHO (QUATRO RODAS) .....	141

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Ciclo vicioso da exposição e contaminação por patógenos.....	1
Figura 2 - Fechamento do ciclo de nutrientes.....	2
Figura 3- Índice de atendimento urbano de esgoto no Brasil .....	7
Figura 4 – Acesso à coleta de esgoto x Número de internações 2003 x 2013.....	10
Figura 5 – Percentual de municípios com órgão gerenciando saneamento básico.....	14
Figura 6 – Percentagem da população em extrema pobreza por país.....	15
Figura 7 – Taxa de Extrema pobreza por faixa etária no Brasil.....	16
Figura 8 – Percentagem da população brasileira por faixa salarial .....	16
Figura 9 – Evolução Índice GINI no Brasil.....	17
Figura 10 – Evolução IDH no Brasil .....	17
Figura 11 - Voluntários e moradores na entrega da casa.....	20
Figura 12 - Mesas de trabalho .....	21
Figura 13 - Comunidade no Chile com soluções permanentes .....	21
Figura 14 – Finalizado o posicionamento dos Painéis .....	23
Figura 15 – Ordem do posicionamento dos Painéis .....	23
Figura 16 – Demonstração de todos os Painéis da Casa.....	23
Figura 17 – Desenho Completo da Casa de Emergência (tipo 6).....	24
Figura 18 – Ciclo tradicional de descarte dos dejetos humanos.....	26
Figura 19 – Ciclo orgânico fechado .....	28
Figura 20 – Pallets de Madeira .....	29
Figura 21 – Composteira de Madeira .....	30
Figura 22 – Diagrama de Temperatura da Zona de Segurança .....	32
Figura 23 – Processo de evolução da Leira de Composto.....	33
Figura 24 – Centro de Educação ACEPSJ .....	36
Figura 25 – Câmara de Compostagem ACEPSJ .....	37

Figura 26 – Banheiro seco ONG Gaia Village .....	38
Figura 27 – Câmara de Compostagem ONG Gaia Village .....	38
Figura 28 – Banheiro Seco propriedade particular .....	39
Figura 29 – Plantação de Bananeira propriedade particular .....	40
Figura 30 – Presença da ONG TETO/TECHO .....	43
Figura 31 – Banheiro moradora comunidade San Enrique.....	44
Figura 32 – Panfleto construção banheiro secos TECHO Ecuador.....	45
Figura 33 – Protótipo Banheiro seco montado Fundación In Terris .....	46
Figura 34 – Protótipo Banheiro seco vazado Fundación in Terris .....	46
Figura 35 – Bacia Sanitária Fundación In Terris.....	47
Figura 36 – Tubulação do Separador de Urina.....	47
Figura 37 – Sistema Banheiro Seco.....	48
Figura 38 – Eixo Espiral.....	48
Figura 39 – Funcionamento Eixo Espiral .....	49
Figura 40 – Sistema de ventilação .....	49
Figura 41 – Banheiro Seco pronto Fundación In Terris .....	50
Figura 42 - Suporte de madeira com assento e recipiente no interior .....	52
Figura 43 - Exemplo de banheiro seco Humanure .....	53
Figura 44 – Sistema de alternância das composteiras .....	54
Figura 45 – Temperatura x tempo de exposição x zona de segurança .....	56
Figura 46 – Laboratório Vivo de Agroecologia e Permacultura- LaVAPer/CT UFRJ.....	58
Figura 47 – Banheiro Seco MUDA .....	59
Figura 48 – Composteiras utilizadas no MUDA .....	60
Figura 49 – Localização Geográfica Haiti.....	61
Figura 50 – Localização Geográfica Léogane .....	62
Figura 51 – Banheiro Seco GiveLove .....	63
Figura 52 – Estrutura banheiro seco GiveLove .....	64
Figura 53 – Central de Composteiras GiveLove .....	64
Figura 54 – Sistema de compostagem do banheiro Caracol.....	67
Figura 55 – Sistema de compostagem do banheiro Bason .....	67
Figura 56 - Localização do Aterro de Jardim Gramacho, proporção da Baía de Guanabara...	71
Figura 57 - Foto aérea do Aterro de Jardim Gramacho, proporção do Bairro .....	71
Figura 58 - Foto aérea da região trabalhada pelo TETO em Jardim Gramacho.....	72
Figura 59 - Comunidade Jardim Gramacho .....	73

Figura 60 – Tempo de Residência do Chefes do Lar (%) .....	74
Figura 61 - Estrutura etária do total de pessoas .....	75
Figura 62 – Distribuição de gênero (%) .....	76
Figura 63 – Gênero dos chefes do lar .....	76
Figura 64 - Estrutura etária dos chefes do lar .....	77
Figura 65 – Moradia em Jardim Gramacho .....	78
Figura 66 – Tipos de Banheiro nas moradias .....	79
Figura 67 – Obtenção de Água .....	79
Figura 68 - Presença de animais nocivos nas moradias .....	80
Figura 69 – Renda Per Capita.....	81
Figura 70 – Distribuição dos volumétrica dos materiais .....	84
Figura 71 – Volume mensal compostado final.....	86
Figura 72 – Fontes de carbono do composto .....	87
Figura 73 – Cronologia de compostagem.....	88
Figura 74 – Perspectiva Bacia Sanitária .....	91
Figura 75 – Planta da Casa Grande Tipo 6.....	92
Figura 76 – Planta Baixa Banheiro Seco .....	93
Figura 77- Localização Geográfica Centrais de Composteiras .....	94
Figura 78 – Localização Geográfica Área A- Quatro Rodas.....	94
Figura 79 - Localização Geográfica Área B- Remanso.....	95
Figura 80 – Terreno Área A – Quatro Rodas .....	95
Figura 81 – Terreno Área B – Remanso.....	96
Figura 82- Central de Composteiras .....	97
Figura 83 – Depósito de Matéria Orgânica .....	98
Figura 84 – Abrangência Centrais de Composteiras .....	100
Figura 85- Árvores na comunidade de Jardim Gramacho .....	101
Figura 86 – Imagem Ilustrativa da Operação da Composteira .....	102
Figura 87 – Localização Geográfica Estação Pluviométrica.....	103
Figura 88 – Série Histórica Pluviométrica Rio de Janeiro .....	104
Figura 89 – Etapas Manejo Composteiras .....	105
Figura 90 – Etapa das Adições Subsequentes na composteira .....	105
Figura 91– Adições Subsequentes na composteira.....	105

## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1- Índice de atendimento de água e esgoto no Brasil .....	8
Tabela 2 – Relação Carbono/Nitrogênio nos Principais Materiais .....	32
Tabela 3 – Temperatura e Tempo mínimo necessário para eliminação dos Patógenos .....	55
Tabela 4 - Razão de dependência e taxa de envelhecimento (%).....	75
Tabela 5 – Densidade das casas por cômodo e camas (%).....	77
Tabela 6 – Renda domiciliar per capita .....	82
Tabela 7 – População Atendida .....	84
Tabela 8 – Quantidade Total de Baldes e Matéria Orgânica Compostados .....	85
Tabela 9 – Dimensionamento das Composteiras.....	87
Tabela 10 – Distribuição de composteiras por mês.....	89
Tabela 11 – Dimensionamento da área de compostagem.....	89

## ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1 - Transmissão x Doença x Agente Patogênico .....	9
Quadro 2 – Princípios Fundamentos Saneamento Básico .....	11
Quadro 3 – Função dos Ministérios.....	12
Quadro 4 – Objetivos Estratégicos TETO .....	18
Quadro 5 - Vantagens e Desvantagens do Sistema de Banheiro Seco .....	27
Quadro 6 - Sobrevivência dos principais patógenos quando expostos ao calor .....	55
Quadro 7 - Principais recomendações para a Compostagem .....	57
Quadro 8 – Dados projeto GiveLove.....	65
Quadro 9 – Comparativo Formatos In Loco e Operacional .....	68
Quadro 10 - Aspectos Considerados para Projeto .....	83

# 1. Introdução

## 1.1. Apresentação do Tema

Saneamento básico é o conjunto de medidas que visa preservar ou modificar as condições do meio ambiente com a finalidade de prevenir doenças e promover a saúde, melhorar a qualidade de vida da população, a produtividade do indivíduo e facilitar a atividade econômica (INSTITUTO TRATA BRASIL, 2012).

Dessa forma, as mudanças climáticas, o crescimento desordenado das cidades, o aumento populacional e as alterações antrópicas no ciclo hidrológico, trazem pressões crescentes sobre a oferta do principal recurso natural necessário para o funcionamento do sistema convencional de saneamento básico, a água.

É necessário constatar que de acordo com ReCESA (2008), atualmente a fonte principal de poluição nos corpos hídricos é proveniente do esgoto sanitário doméstico.

Além disso, segundo relatório da OMS (OMS, 2015), 2,4 bilhões de cidadãos do planeta carecem de saneamento básico, incluindo 946 milhões de pessoas que não possuem acesso a nenhum tipo de banheiro. Ademais, cerca de 7500 pessoas morrem diariamente devido à falta de saneamento, das quais 5 mil são crianças menores de cinco anos de idade.

Como demonstrado na Figura 1, um ciclo vicioso se estabelece.

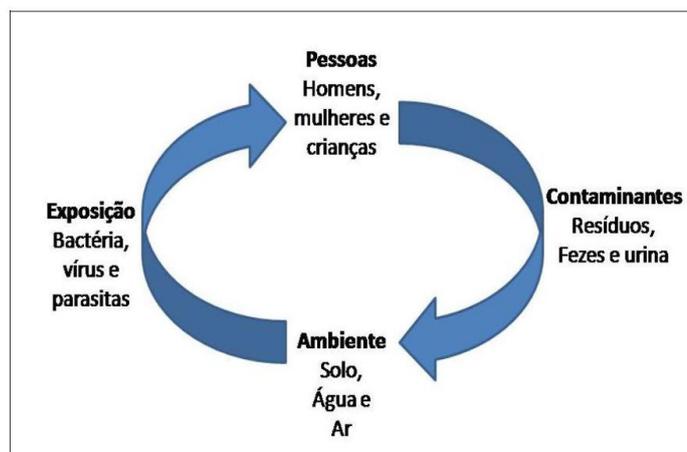
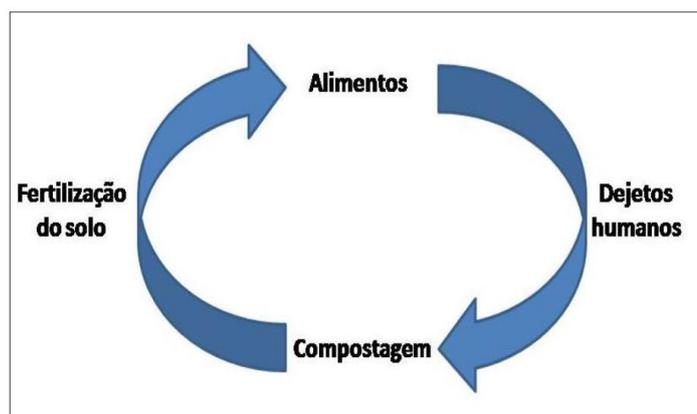


Figura 1 - Ciclo vicioso da exposição e contaminação por patógenos

Fonte: ALVES, 2009

Neste sentido, para quebrar o ciclo de infecção e reinfecção gerado pela falta de sistemas de saneamento convencionais, fazem-se necessárias medidas de gestão seguras da excreta, ou seja, medidas que promovam a rápida destruição dos patógenos antes que estes se espalhem no ambiente (ESREY ET AL., 2000).

Com isto, surge a abordagem “fechamento de ciclo para o saneamento”, na qual os nutrientes são devolvidos para o solo e reaproveitados pelo mesmo. A Figura 2 traz uma ilustração do ciclo considerado por estes autores como o ciclo saudável e benéfico para a reutilização dos nutrientes orgânicos.



*Figura 2 - Fechamento do ciclo de nutrientes*

*Fonte: ALVES, 2009*

Como solução para esse problema, muitas tecnologias vêm sendo desenvolvidas no mundo para diminuir a contaminação da população e o consumo de água no sistema convencional de saneamento básico, que utilizam de modelos hidráulicos. Uma destas alternativas é o banheiro seco.

Banheiro seco é conhecido por ser uma técnica de saneamento que não utiliza água para remover os desejos, sendo estes armazenados em câmaras ou composteiras, onde passam pelo processo de compostagem, produzindo um material final, o adubo. Assim, este tipo de banheiro reduz consideravelmente o uso excessivo de água para o transporte, armazenamento e tratamento destes resíduos, se comparado aos sistemas tradicionais.

Segundo Esrey (2000), a falta ou ineficiência de sistema de saneamento básico impacta mais diretamente a população mais pobre, por não terem condições financeiras de exportar suas excretas através de redes de esgoto, além do Estado mostrar-se menos presente nessas localidades.

Portanto, como forma de solução para esse problema, o presente trabalho objetiva o desenvolvimento de um modelo de banheiro ecológico, por não necessitar de abastecimento de água, para comunidades em situação de extrema pobreza.

Por fim, será desenvolvido um estudo de caso sobre a comunidade de Jardim Gramacho, aonde a ONG TETO atua de forma permanente, para o desenvolvimento de um sistema específico para essa região.

## **1.2. Objetivo**

O presente trabalho tem como objetivo propor uma solução de banheiro ecológico (banheiro seco) para comunidades que vivem na pobreza extrema, que não possuem abastecimento de água, a partir de estudo bibliográfico de diferentes tecnologias já existentes. Em conjunto com o modelo de trabalho da ONG TETO, será desenvolvido um sistema aplicável ao caso específico do bairro de Jardim Gramacho. Portanto, a principal contribuição deste trabalho é propor um modelo viável tecnicamente e economicamente a ser desenvolvido na comunidade que poderá impactar positivamente na saúde, bem-estar e cooperação da região.

## **1.3. Justificativa**

Diante dos problemas de saneamento básico no Brasil, onde 51,4% da população, seja ela urbana ou rural, não é atendida por nenhuma rede coletora de esgoto (SNIS, 2015), outras alternativas viáveis são de extrema importância para a diminuição do impacto causado pela falta de infraestrutura.

Além disso, é importante ressaltar que a transmissão das doenças advindas da falta de saneamento faz-se presente de diversas formas tais como pelo consumo direto, preparação de alimentos, higiene pessoal, limpeza de ambiente e atividades de lazer.

Dados do o Ministério da Saúde (DATASUS), comprovam que em 2012 foram notificadas 380 mil internações por infecções gastrointestinais no país, o que demonstra a gravidade do tema abordado no trabalho.

Frente a esse quadro, no qual diversas residências não possuem acesso à banheiro, incluindo casas construídas pela ONG TETO. O desenvolvimento de um modelo de banheiro para comunidades em situação de extrema pobreza, que sofrem constantemente com a falta de saneamento básico, é o principal fator motivador para o desenvolvimento desse projeto. Pois entende-se que com a elaboração do mesmo, o impacto será substancial na qualidade de vida dos habitantes destes locais.

Assim, após décadas de melhoras muito pouco significativas nas condições de saneamento dessas comunidades, procurou-se neste trabalho priorizar as populações de baixa renda, que vivem em situações muito precárias de saneamento de forma a proporcionar aos habitantes dessas comunidades uma solução que traz benefícios na medida em que permitem diminuir a exposição dessas comunidades a doenças e a condições insalubres.

## **1.4. Metodologia**

Visando o melhor embasamento teórico possível, o trabalho foi desenvolvido a partir de uma extensa pesquisa bibliográfica. O tema foi pesquisado em monografias, livros, artigos publicados e no conhecimento prático de diversas ONGs através de entrevistas.

Após a revisão bibliográfica, propõe-se a solução mais indicada do ponto de vista de custo e aplicabilidade. A partir desse modelo, desenvolveu-se o projeto teórico que irá atender a 300 famílias e contempla projeto de engenharia, estimativa de custos e roteiro para implementação e operação para a compostagem.

Além disso, a comunidade Jardim Gramacho foi visitada para realização de análise do terreno, verificação do fornecimento de material para compostagem e averiguação da aceitabilidade da população com o projeto.

## **1.5. Estrutura do Trabalho**

O presente trabalho se divide em cinco capítulos que apresentam as seguintes abordagens:

Capítulo 1: Desenvolve a introdução, na qual o tema de estudo é apresentado, bem como seu objetivo, sua justificativa e a metodologia empregada.

Capítulo 2: Apresenta a fundamentação teórica dos principais conceitos abordados no trabalho. Dessa forma, visa obter o melhor embasamento conceitual sobre Água e Saneamento; Extrema Pobreza; ONG TETO; Banheiro Seco.

Capítulo 3: Apresenta uma extensa pesquisa bibliográfica acerca de possíveis tecnologias de banheiro seco que já existem e se assemelham à realidade do projeto.

Capítulo 4: Esse capítulo é dividido em duas partes. Na primeira é elaborado o estudo de caso de Jardim Gramacho, apresentando um panorama geral da região. Já na segunda parte inclui-se o dimensionamento do projeto, a estrutura, a operação e a logística para que o processo de compostagem ocorra da forma adequada.

## **2. Referencial Teórico**

### **2.1. Água e Saneamento**

#### **2.1.1. Panorama Atual**

Saneamento básico é o conjunto de medidas que visa preservar ou modificar as condições do meio ambiente com a finalidade de prevenir doenças e promover a saúde, melhorar a qualidade de vida da população e a produtividade do indivíduo e facilitar a atividade econômica (INSTITUTO TRATA BRASIL, 2012).

Em todo o mundo, os impactos causados pela má gestão da qualidade das águas são cada vez mais graves nas cidades, onde atualmente vive a maior parte da população mundial. Contudo é na periferia desses centros urbanos que as consequências pela falta de saneamento tornam-se mais latentes, trazendo doenças severas e degradação do meio ambiente.

Segundo relatório da OMS (OMS, 2015) 2,4 bilhões de cidadãos do planeta carecem de saneamento básico, incluindo 946 milhões de pessoas que defecam ao ar livre. Além disso, cerca de 7500 pessoas morrem diariamente devido à falta de saneamento, das quais 5 mil são crianças menores de cinco anos de idade.

O Relatório sobre o Desenvolvimento dos Recursos Hídricos (ONU, 2015) mostra que 10% das doenças registradas ao redor do mundo poderiam ser evitadas se os governos investissem mais em saneamento. Ademais, a OMS (OMS, 2015) calcula que para cada dólar investido em água e saneamento, os governos economizariam 4,3 dólares em saúde.

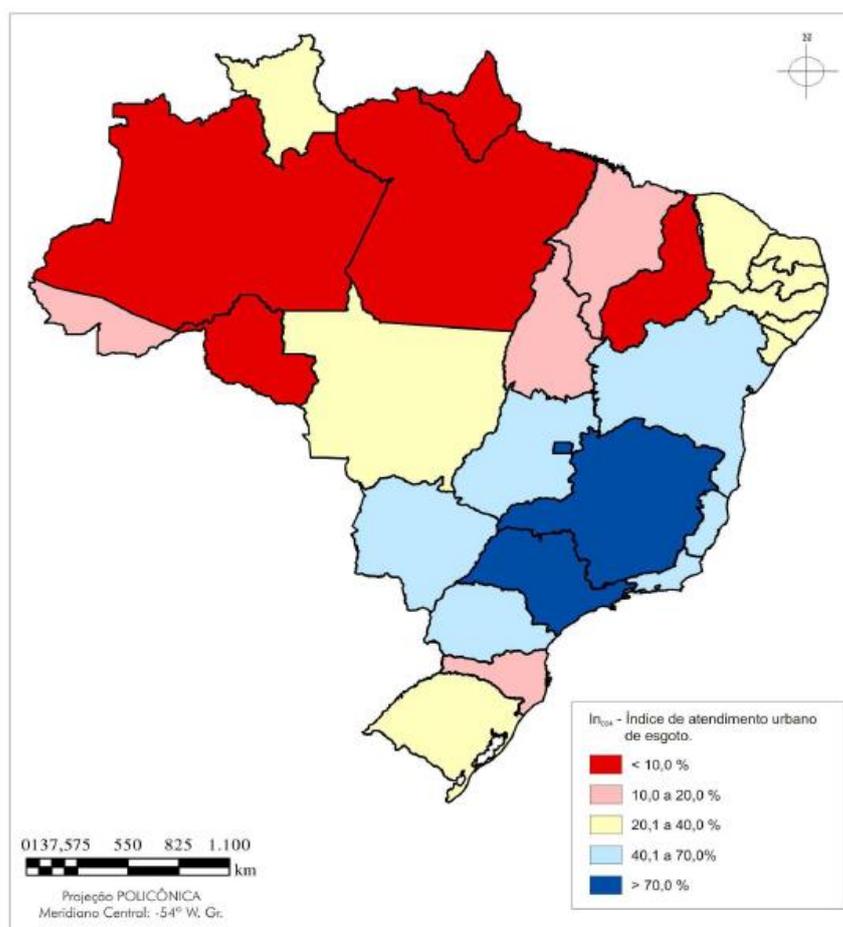
Logo, na sociedade atual os problemas ambientais de saneamento não devem ser encarados como uma questão local e sim uma questão de escala global. O fornecimento de tratamento dos recursos ambientais por parte dos governos passou a ser um fator essencial para a qualidade de vida das pessoas, visto que os rios e lagos não possuem mais características mínimas para bem-estar dos povos que vivem ao seu entorno.

#### **2.1.2. Saneamento no Brasil**

O Brasil apesar de ser a 9ª economia no mundo (EXAME, 2016), amarga o 112º no *ranking* de saneamento básico global, segundo o Instituto Trata Brasil (INSTITUTO TRATA

BRASIL, 2014). O que demonstra que contribuímos ativamente para os piores números já demonstrados previamente.

Como pode-se observar na Figura 3, segundo o Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento (SNIS, 2015), o país apresenta um atendimento muito desigual com relação esgotamento sanitário, que é o principal foco desse projeto.



*Figura 3- Índice de atendimento urbano de esgoto no Brasil*

*Fonte: SNIS, 2015*

Nota-se pela Figura 3 que em alguns estados, como Minas Gerais e São Paulo, o atendimento urbano de esgoto ultrapassa o valor de 70%, enquanto que outros estados, como Amazonas e Pará, o atendimento é menor do que 10%.

Ademais, o mesmo relatório do SNIS (SNIS, 2015) traz de forma resumida na Tabela 1 que apresenta os percentuais de atendimento de água e esgoto no Brasil, mostrando assim um retrato recente do saneamento básico no país.

A Tabela 1 mostra que na região urbana, foco do presente trabalho, a média de fornecimento de água no Brasil é de 93% e de coleta de esgoto é de 56,3%. Contudo existem regiões precárias, como a Norte, em que apenas 62,4% e 8,2% da população urbana tem acesso a água encanada e coleta de esgoto respectivamente. Enquanto outras, como a região Sudeste, apresenta dados muito melhores, com 96,8% de habitantes das cidades com fornecimento de água e 82,2% com coleta de esgoto.

Tabela 1- Índice de atendimento de água e esgoto no Brasil

Região	Índice de atendimento com rede (%)				Índice de tratamento dos esgotos (%)	
	Água		Coleta de esgotos		Esgotos gerados	Esgotos coletados
	Total	Urbano	Total	Urbano	Total	Total
	(IN <sub>055</sub> )	(IN <sub>023</sub> )	(IN <sub>056</sub> )	(IN <sub>024</sub> )	(IN <sub>046</sub> )	(IN <sub>016</sub> )
Norte	52,4	62,4	6,5	8,2	14,7	85,3
Nordeste	72,1	89,8	22,1	29,3	28,8	78,1
Sudeste	91,7	96,8	77,3	82,2	43,9	64,3
Sul	87,4	97,4	38,0	44,2	35,1	78,9
Centro-Oeste	88,2	96,3	42,2	48,6	45,9	91,6
Brasil	82,5	93,0	48,6	56,3	39,0	69,4

Fonte: SNIS, 2015

Além disso, de acordo ainda com a Tabela 1, 51,4% da população brasileira, seja ela urbana ou rural, não é atendida por nenhuma rede coletora de esgoto e 17,5% não tem acesso a água. Trazendo assim um cenário triste da realidade brasileira onde aproximadamente 40 milhões de pessoas não têm acesso a nenhum dos dois serviços básicos de água e esgoto.

Outra informação que se pode concluir nos dados do SNIS (SNIS, 2015) é o de que 39% do esgoto gerado no Brasil é tratado. Ou seja, cerca de 61% de todo o esgoto gerado no país é despejado in natura em nossos corpos hídricos. Assim, com o não tratamento do esgoto, a qualidade de vida da população é diretamente afetada pois ele irá contaminar a água no entorno das comunidades, fazendo com que ela seja mais um propagador de doenças.

A transmissão das doenças advindas da falta de saneamento faz-se presente de diversas formas tais como pelo consumo direto, preparação de alimentos, higiene pessoal, limpeza de ambiente, atividades de lazer, entre outros.

Os principais agentes biológicos geradores dessas doenças ocasionadas pelo contato com águas contaminadas são as bactérias patogênicas, os vírus e os parasitas, causadores de inúmeras doenças que contribuem fortemente para as elevadas morbidade e mortalidade no país (INSTITUTO TRATA BRASIL, 2012).

O Instituto Trata Brasil também traz o Quadro 1, interligando as formas de transmissão, as doenças e os agentes patogênicos, demonstrando de forma clara como a falta de saneamento básico pode impactar diretamente na saúde das pessoas.

*Quadro 1 - Transmissão x Doença x Agente Patogênico*

<b>Transmissão</b>	<b>Doença</b>	<b>Agente Patogênico</b>
Pela água	Cólera Febre tifóide Leptospirose Giardíase Amebíase Hepatite infecciosa Diarréia aguda	Vibrio cholerae Salmonella typhi Leptospira interrogans Giardia lamblia Entamoeba histolytica Hepatite A Balantidium coli, Cryptosporidium, Bacillus cereus, S. aureus, Campylobacter, E. coli enterotoxigênica e enteropatogênica, Shigella, Yersinia enterocolitica, Astrovirus, Calicivirus, Norwalk, Rotavirus A e B
Pela falta de limpeza ou de higienização com a água	Escabiose Pediculose (pioelho) Tracoma Conjuntivite bacteriana aguda Salmonelose Tricuríase Enterobíase Ancilostomíase Ascaridíase	Sarcoptes scabiei Pediculus humanus Chlamydia trachoma Haemophilus aegyptius Salmonella typhimurium Trichuris trichiura Enterobius vermiculares Ancylostoma duodenale Ascaris lumbricoides
Através de vetores que se relacionam com a água	Malária Dengue Febre amarela Filaríose	Ictidione vivax, P. malarie e P. falciparum Grupo B dos arbovirus RNA vírus Wuchereria bancrofti
Associada à água	Esquistossomose	Schistosoma mansoni

*Fonte: INSTITUTO TRATA BRASIL, 2012*

Segundo o Ministério da Saúde (DATASUS) em 2012 foram notificadas 380 mil internações por infecções gastrointestinais no país, o que corresponde a 900 mil dias de trabalho perdidos, gerando um gasto de R\$ 1,112 bilhões em horas pagas e não trabalhadas efetivamente. Com a universalização do saneamento cerca de 196 mil dias não seriam perdidos, gerando um impacto positivo na economia de R\$ 258 milhões de reais. (INSTITUTO TRATA BRASIL, 2014).

Ainda se tratando das infecções gastrointestinais, em 2013 o gasto do SUS unicamente com essas doenças foi de R\$ 121 milhões e também geraram o óbito de 2135 brasileiros. (INSTITUTO TRATA BRASIL, 2014)

Contudo, é necessário relatar também que nos últimos anos o Brasil tem melhorado com relação ao acesso à rede de esgoto (INSTITUTO TRATA BRASIL, 2014), como evidenciado na Figura 4, mostrando a evolução de população com acesso à coleta de esgoto de 2003 a 2013. Dessa forma, gera-se um impacto positivo direto na quantidade de internações causadas por infecções gastrointestinais.

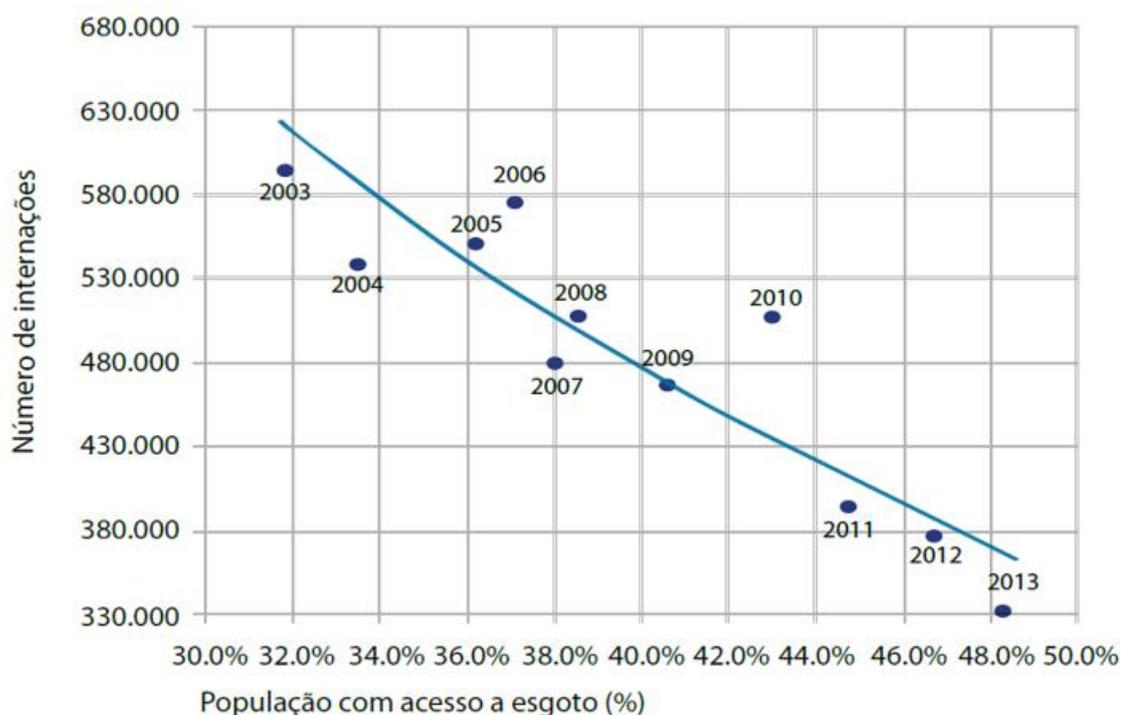


Figura 4 – Acesso à coleta de esgoto x Número de internações 2003 x 2013

Fonte: INSTITUTO TRATA BRASIL, 2014

Assim, para mudar o quadro atual, o Plano Nacional do Saneamento Básico (PLANSAB, 2013) contabiliza um custo de R\$ 508 bilhões no período de 2014 a 2033 para universalizar o acesso aos 4 principais serviços do saneamento (água, esgotos, resíduos e drenagem) no país, sendo que R\$ 303 bilhões seriam só para as áreas da água e esgotos.

Atualmente o Governo Federal, através PAC (Programa de Aceleração do Crescimento) já destinou um total de R\$ 70 bilhões em obras ligadas ao saneamento básico (PAC, 2015), mas como se pode observar muito ainda necessita ser feito.

Em suma, números como 6 milhões de brasileiros sem acesso a banheiro (OMS, 2014), mais de 100 milhões (SNIS, 2015) sem acesso a rede esgoto e 40 milhões (SNIS, 2015) sem acesso a rede de água retratam um país com elevados índices de desigualdade no atendimento de serviços essenciais, o que reforça a injustiça social presente, melhor fundamentada na seção 2.2, com apresentação de índices como GINI e IDH. Portanto, o cenário atual está longe de ser aceitável no que diz respeito a condições mínimas de saúde básica da população.

### 2.1.3. Políticas Públicas de Saneamento

No Brasil, o saneamento básico é um direito assegurado pela Constituição e definido pela Lei nº. 11.445/2007 como o conjunto dos serviços, infraestrutura e instalações operacionais de abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana, drenagem urbana, manejo de resíduos sólidos e de águas pluviais. (INSTITUTO TRATA BRASIL, 2012).

A Lei n. 11.445/2007 (Quadro 2) explicitamente enuncia os princípios fundamentais, segundo os quais a prestação dos serviços de saneamento básico deve se verificar (Presidência da República, 2007):

*Quadro 2 – Princípios Fundamentos Saneamento Básico*

Universalização do acesso;
Integralidade;
Prestação dos serviços de formas adequadas à saúde pública, à proteção do meio ambiente e, no caso da drenagem e manejo das águas pluviais, visando também à segurança da vida e do patrimônio público e privado;
Adoção de métodos, técnicas e processos que considerem as peculiaridades locais e regionais;
Articulação intersetorial, particularmente com as políticas de desenvolvimento urbano e regional, de habitação, de combate à pobreza e de sua erradicação, de proteção ambiental e de promoção da saúde;
Eficiência e sustentabilidade econômica;
Utilização de tecnologias apropriadas, considerando a capacidade de pagamento dos usuários e a adoção de soluções graduais e progressivas;
Transparência das ações, baseada em sistemas de informações e processos decisórios institucionalizados;

Controle social;
Segurança, qualidade e regularidade;
Integração das infraestruturas e serviços, com a gestão eficiente dos recursos hídricos.

*Fonte: PRESIDENCIA DA REPÚBLICA, 2007*

Logo, essa lei tem por princípio a universalização dos serviços de saneamento ambiental, estabelecendo a elaboração do Plano Municipal de Saneamento Básico como instrumento de planejamento para os municípios. Esse plano tem por objetivo fazer com que todos tenham fornecimento de água potável, coleta e tratamento do esgoto e lixo e uma drenagem urbana de qualidade.

Além disso, a Lei 11.445/07 estabelece que o Estado deve elaborar o Plano Nacional de Saneamento Básico (PLANSAB, 2013), sendo esse um norte para os investimentos do Governo Federal.

Assim, a Constituição determina que o poder público tem o dever de fornecer ao cidadão um saneamento básico de qualidade, dando a cada esfera a sua respectiva responsabilidade, como representado pelo Instituto Trata Brasil e demonstrado abaixo (Instituto Trata Brasil, 2012):

A União é responsável pela maior parte dos investimentos através do Orçamento Geral da União (OGU), do Fundo de Garantia do Tempo de Serviço (FGTS) e do Fundo de Amparo ao Trabalhador (FAT). Assim, o Governo Federal transfere para alguns Ministérios esses recursos para atuarem de forma coordenada na melhoria do saneamento básico (Quadro 3):

*Quadro 3 – Função dos Ministérios*

Ministério das Cidades apoia os municípios com mais de 50 mil habitantes, os integrantes de regiões metropolitanas e as regiões integradas de desenvolvimento.
Ministério da Saúde define os padrões de qualidade da água para consumo humano e, por meio da Fundação Nacional da Saúde (FUNASA) é responsável pela assistência aos municípios com população de até 50 mil habitantes, aos assentamentos rurais, às áreas indígenas, quilombolas e de outras populações tradicionais.
Ministério do Meio Ambiente coordena o Programa Nacional de Resíduos Sólidos Urbanos e, com apoio da Agência Nacional de Águas (ANA), atua na gestão do uso das águas
Ministério da Integração Nacional atua principalmente na região do semiárido e nas bacias dos rios São Francisco e Parnaíba, em programas que visam aumentar a oferta de água para os seus diversos usos, em especial, para o consumo humano.

Ministério do Desenvolvimento Social coordena o programa para instalação de um milhão de cisternas no semiárido.
Ministério do Trabalho coordena o programa de cooperativas de catadores de materiais recicláveis.
Caixa Econômica Federal e o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) são os principais agentes financeiros e responsáveis pela execução dos programas, repassando recursos e acompanhando as ações contratadas. (Instituto Trata Brasil, 2016).

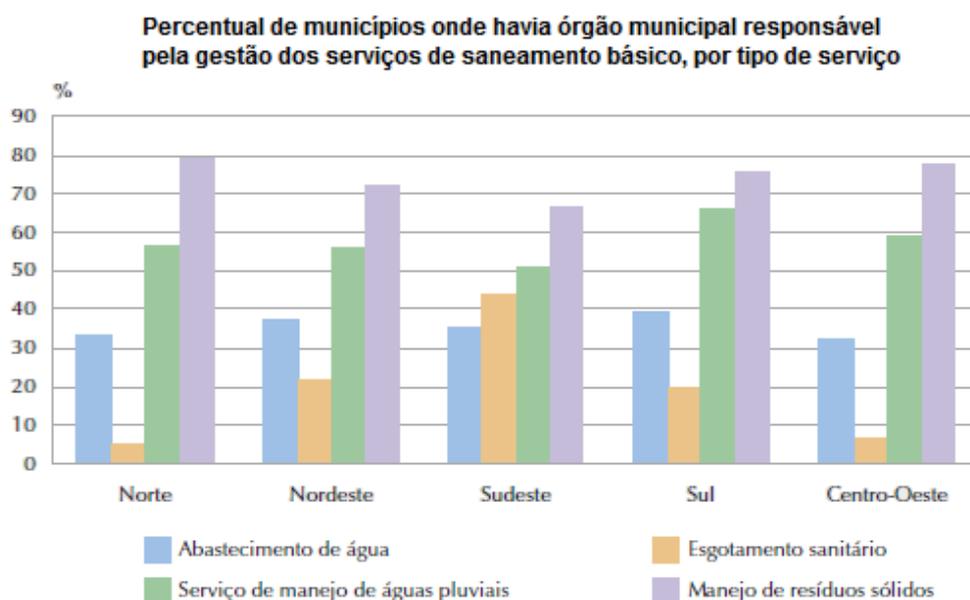
*Fonte: INSTITUTO TRATA BRASIL, 2012*

Os governos estaduais atuam por meio de companhias, sendo responsáveis pelo abastecimento de água e coleta e tratamento de esgoto. No Rio de Janeiro temos o caso da CEDAE.

Como já citado, as prefeituras devem elaborar o Plano Municipal de Saneamento Básico. O plano serve para regulamentar a concessão dos serviços de abastecimento de água e coleta e tratamento de esgotos sanitários. Além disso, a partir desse plano o município pode solicitar investimentos para o governo federal e instituições financeiras.

Contudo, se observarmos a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (IBGE, 2008), logo após a criação da Lei n. 11.445/07 vemos que ela não alterou nenhuma postura dos municípios.

A Figura 5 ilustra que o quadro mais crítico é o do Esgotamento Sanitário, onde em regiões como Centro-Oeste e Norte, menos de 10% dos municípios possuíam um órgão responsável pela gestão dos Esgotos, traduzindo assim o descaso completo com o saneamento por parte das autoridades.



*Figura 5 – Percentual de municípios com órgão gerenciando saneamento básico*

*Fonte: IBGE, 2008*

Logo, o que vemos atualmente é que desde de 2007 o Brasil, com a criação da Lei n. 11.445/07, o Brasil possui agora um norte para se guiar e com isso melhorar o quadro do país. Contudo, como demonstrado no tópico 2.1.2. ainda possuímos muitos problemas com relação ao saneamento básico, com um governo ausente em diversas localidades. Assim, a partir desse contexto agora é papel da sociedade atuar em conjunto com os governos para os avanços não retrocedam e que dessa forma o atual cenário do saneamento do Brasil melhore por definitivo e alcance níveis similares aos apresentados em países desenvolvidos.

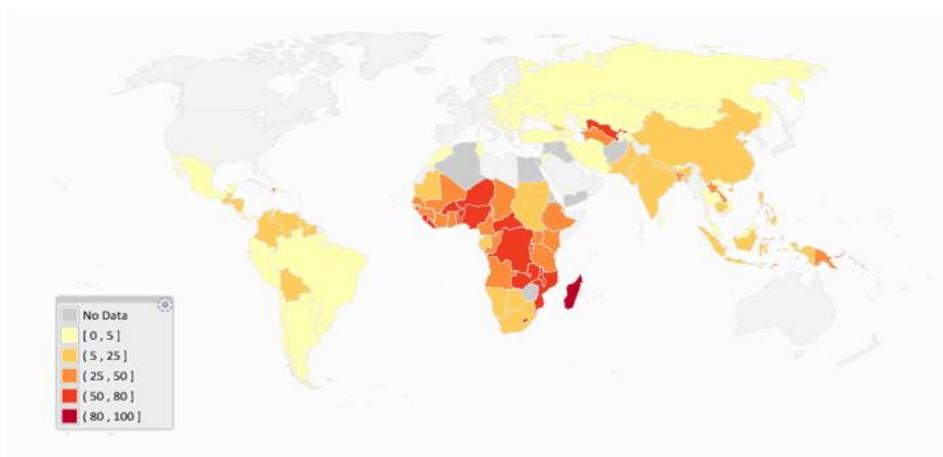
## **2.2. Extrema Pobreza**

A diferença entre pobreza e miséria parece à primeira vista teórica. Pobreza pode ser conceituada como falta de recursos monetários para a aquisição de bens e serviços essenciais a uma vida “normal”. Miséria seria uma pobreza tão extrema que suas vítimas não dispõem de dinheiro sequer para adquirir uma quantidade mínima alimentos e outras coisas essenciais à mera sobrevivência. Esta diferença, que aparenta ser quantitativa, olhada mais de perto se revela de qualidade (SINGER, 2014).

As definições de extrema pobreza são muitas, sejam elas qualitativas ou quantitativas, mas para o presente trabalho o nível de renda será medido a partir do conceito pela ONU. Para

isso a ONU cria linhas de pobreza a partir da renda per capita mensal, diferenciando os extremamente pobres, pobres e vulneráveis à pobreza. Assim, por definição os extremamente pobres possuem renda per capita mensal no valor de R\$ 70,00, os pobres de R\$ 140,00 e os vulneráveis a pobreza de R\$ 255,00 (PNUD, 2013).

No mundo a extrema pobreza faz-se presente em diversos países, como mostrado na Figura 6, em um mapa do Banco Mundial com dados de 2014 (BANCO MUNDIAL, 2014), trazendo a porcentagem da população de cada país que se encontra na miséria.



*Figura 6 – Porcentagem da população em extrema pobreza por país.*

*Fonte: BANCO MUNDIAL, 2014*

Como pode-se observar o Brasil se encontra no menor nível (0-5%) de presença da extrema pobreza, melhor do que países como Índia, China, Colômbia e Venezuela.

Contudo, nem sempre foi assim, diversos estudos que serão apresentados nos próximos parágrafos, comprovam que o Brasil vem evoluindo progressivamente nos últimos anos na diminuição da desigualdade.

A Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (IBGE, 2014) e um estudo técnico do Ministério do Desenvolvimento (MDS, 2015) comprovam o aumento da renda domiciliar per capita dos brasileiros nos últimos, como apresentando nas Figuras 7 e 8.

**Taxa de extrema pobreza por Faixa Etária**  
Brasil - 2004, 2011 e 2014

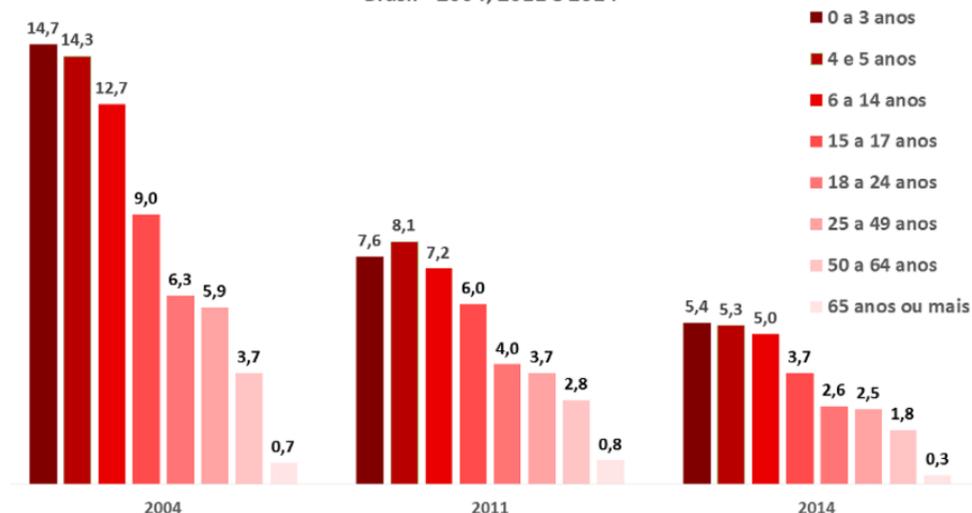


Figura 7 – Taxa de Extrema pobreza por faixa etária no Brasil

Fonte: IBGE, 2014

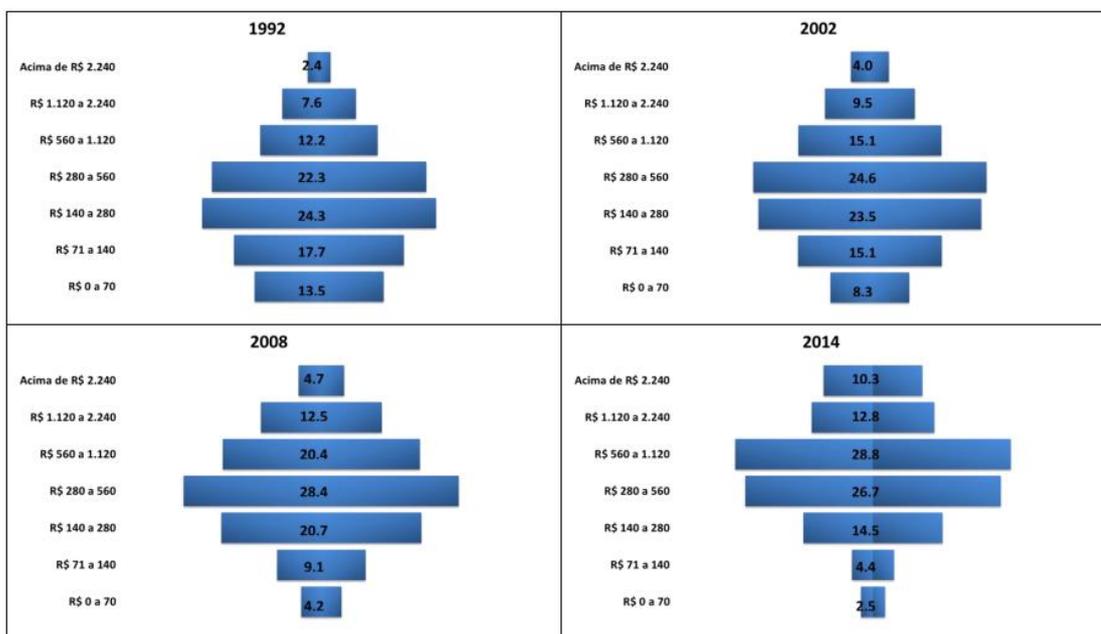


Figura 8 – Percentagem da população brasileira por faixa salarial

Fonte: MDS, 2015

Ademais, outros dois importantes indicadores de desigualdade social, o Índice Gini (quanto mais próximo de 1, mais desigual) o IDH (Índice de Desenvolvimento Humano), serão apresentados abaixo demonstrando o aumento da qualidade de vida no Brasil, não somente a melhoria da renda domiciliar per capita. A Figura 9 do Índice Gini foi retirado do Estudo Técnico nº10/2015 realizado pelo Ministério do Desenvolvimento (MDS, 2015) e a Figura 10 do IDH advém do Atlas de Desenvolvimento Humano (PNUD, 2013).

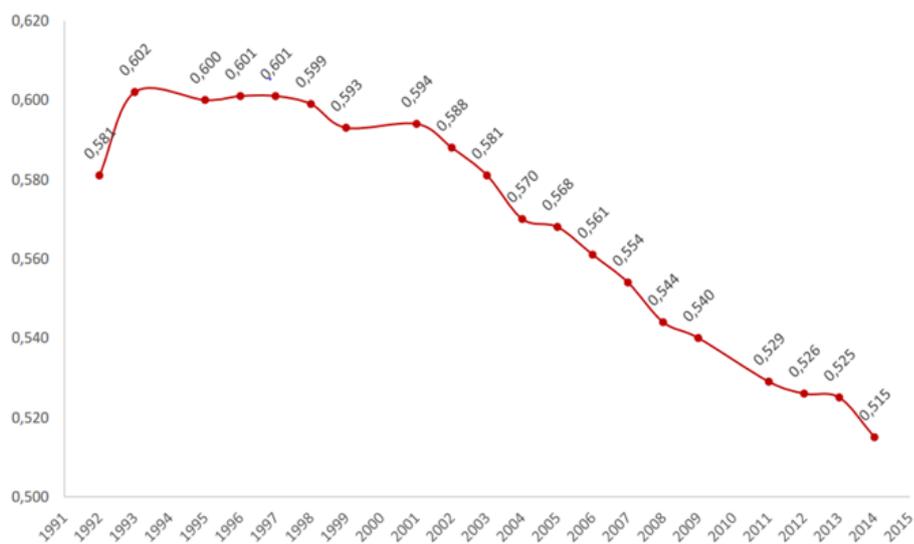


Figura 9 – Evolução Índice GINI no Brasil

Fonte: MDS, 2015

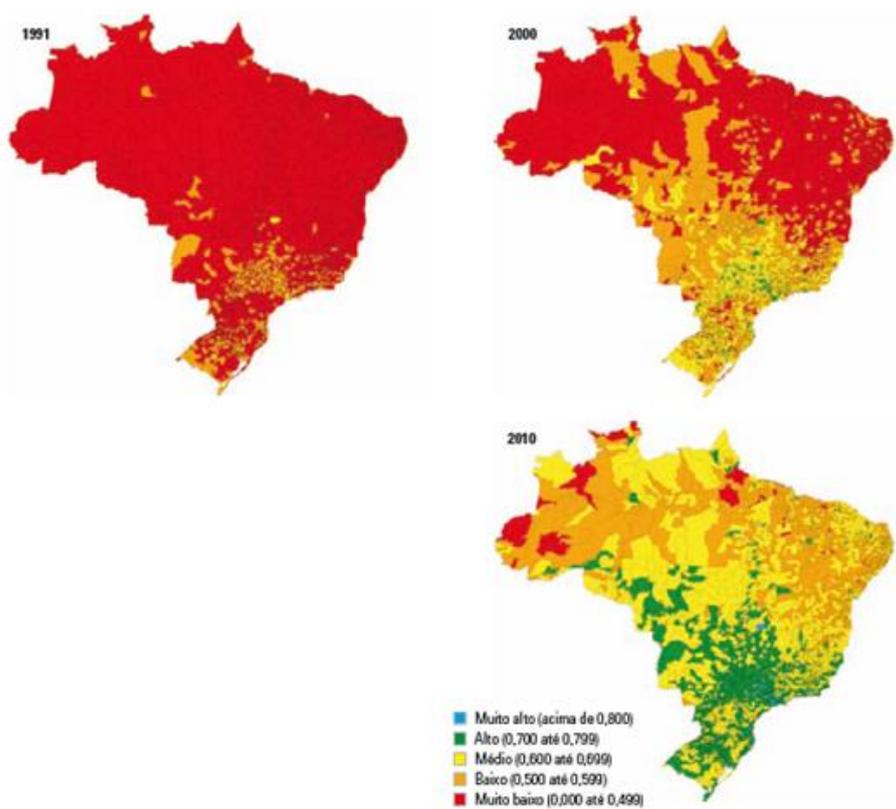


Figura 10 – Evolução IDH no Brasil

Fonte: PNUD, 2013

Apesar de todas essas mudanças, é importante ressaltar que no país ainda se encontram muitas cidades e comunidades onde a extrema pobreza é presente, visto o Brasil ainda ocupa a 79ª posição no ranking de IDH (PNUD, 2014)

Dessa forma, a melhora do Brasil com relação à desigualdade é inegável. Contudo, não podemos esquecer que atualmente ainda possuímos 5,2 milhões de pessoas (IBGE, 2014) vivendo em extrema pobreza. Portanto, a busca pela diminuição da desigualdade social e melhoria a qualidade de vida de milhares de pessoas não só no Brasil como em toda a América Latina, é necessária para a melhoria do bem-estar de toda população.

## **2.3. Apresentação ONG TETO**

### **2.3.1. Geral**

O TETO é uma organização presente em 19 países da América Latina e Caribe que busca superar a situação de extrema pobreza em que vivem milhões de pessoas em comunidades precárias, através da ação conjunta de seus moradores e jovens voluntários (TETO, 2016a). O TETO possui três objetivos estratégicos (Quadro 4):

*Quadro 4 – Objetivos Estratégicos TETO*

Fomento ao desenvolvimento comunitário: Todas as ações do TETO no ambiente comunitário visam promover um processo de fortalecimento da comunidade. Entre as quais, desenvolver lideranças validadas e representativas, e estimular a organização e participação dos moradores para geração de soluções aos problemas comunitários. O desenvolvimento comunitário é considerado o eixo transversal da intervenção do TETO.

Promoção da consciência e ação social: A outra frente de mudança na atuação do TETO diz respeito ao corpo de voluntários. Por meio das ações em campo, o TETO enfatiza a formação massiva do voluntariado crítico e propositivo através da convergência ativa com moradores e diferentes atores da sociedade no desenvolvimento de soluções concretas para superação da pobreza.

Incidência em política: Apesar de se constituir em organização apartidária, o TETO promove o estímulo ao pensamento crítico de maneira a causar as mudanças estruturais necessárias para que a pobreza não continue avançando e diminua rapidamente.

*Fonte: TETO, 2016a*

A história se inicia no Chile em 1997, quando um grupo de jovens começou a trabalhar com o propósito de superar a situação de pobreza em que viviam milhões de pessoas. O sentido

de urgência para esses moradores localizados nos assentamentos mais precários teve mobilização massiva, iniciando suas ações através da construção de moradias de emergência em conjunto com as famílias que viviam em condições consideradas inaceitáveis. O foco era buscar soluções concretas para os problemas que as comunidades enfrentavam a cada dia.

Essa iniciativa se converteu em um objetivo institucional que hoje é compartilhado por todo continente americano através de 19 países com atuação (Argentina, Bolívia, Brasil, Chile, Colômbia, Costa Rica, Equador, Guatemala, Haiti, Honduras, México, Nicarágua, Panamá, Paraguai, República Dominicana, Uruguai e Venezuela) e 3 países com escritórios de captação de recursos (EUA, Reino Unido e Alemanha). (TETO, 2016a)

O modelo de trabalho do TETO tem como foco os assentamentos precários mais excluídos da nossa sociedade. O motor das ações é o trabalho conjunto de voluntários e moradores para geração de soluções concretas à uma problemática social que julgam prioritária: a pobreza. O TETO trabalha em prol do empoderamento da comunidade através do fortalecimento e desenvolvimento comunitário (TETO, 2016a).

O início desse trabalho lado a lado com a famílias começa com a procura de novas comunidades e a realização de diagnósticos, de forma a encontrar os assentamentos que hoje estão em situação de pobreza extrema e risco iminente. Após encontrar e priorizar as comunidades, é realizada uma apresentação do modelo de trabalho do TETO buscando a validação ativa por meio da comunidade para que sejam iniciadas as atividades, dando assim o primeiro passo de um trabalho a longo prazo (TETO, 2016a).

A primeira atividade é a realização de um levantamento socioeconômico de informações sobre toda a comunidade. A está atividade se dá o nome de ECO (Escuta a Comunidade), que é realizado por voluntários e os dados são coletados junto a moradores. A ECO tem como objetivo fornecer insumos para determinar os projetos que serão ali realizados. De acordo com as prioridades definidas serão planejados e executados inicialmente projetos comunitários a curto prazo, como a construção de moradias de emergência, demonstrada na Figura 11 (TETO, 2016a).



*Figura 11 - Voluntários e moradores na entrega da casa*

*Fonte: TETO, 2016*

Durante o período de projetos a curto prazo a equipe de comunidade, formada por voluntários fixos do TETO, trabalha pela mobilização e organização comunitária em conjunto com moradores através de reuniões semanais. Após esse período inicial de fortalecimento, começa-se a formação das instâncias de Mesas de Trabalho. As Mesas de Trabalho visam fortalecer as capacidades comunitárias pela participação e organização, identidade, autogestão e redes apoio (TETO, 2016a).

Mesa de Trabalho (Figura 12) é uma instância de reunião, diálogo e discussão entre líderes comunitários, moradores e jovens voluntários na qual serão identificadas demandas prioritárias de atuação dentro da comunidade e para estas serão debatidas e elegidas possíveis soluções. Esse trabalho é realizado em conjunto é feito por meio de projetos comunitários e programas, que terão intervenção e resultados a médio e longo prazo. O TETO foca na elaboração e execução de programas que podem ser implementados de acordo com as demandas da comunidade, como por exemplo: educação, capacitação profissional e fomento produtivo, formação de lideranças comunitárias, financiamento parcial de projetos comunitários (TETO, 2016a). Exemplos de Mesas de Trabalho seriam as que trabalham com temas como: lixo, água, luz, educação, esgoto, entre outros.



*Figura 12 - Mesas de trabalho*

*Fonte: TETO, 2016*

O objetivo que norteia as ações do TETO como um todo é atingir o desenvolvimento no nível de assegurar à comunidade a garantia de todos os direitos básicos, estando plenamente inclusas e consideradas nos planos de desenvolvimento da cidade, como exemplificado na Figura 13. Nesse estágio são implementadas soluções definitivas, como: regularização da propriedade, instalação ou regularização de serviços básicos (saneamento, coleta de lixo, etc.), moradia definitiva e infraestrutura comunitária. O TETO articula e promove o vínculo de moradores de comunidades organizadas a instituições do Estado e outros agentes da sociedade, garantindo assim um maior cumprimento dos direitos básicos, como luz, saneamento básico, transporte público, segurança, entre outros. (TETO, 2016a).



*Figura 13 - Comunidade no Chile com soluções permanentes*

*Fonte: TETO, 2016*

O TETO em números:

- América Latina
  - 110.000 famílias trabalharam em conjunto com voluntários na construção de casas de emergência.
  - 610.000 voluntários mobilizados na América Latina pelo fim da pobreza.
  - 500 Mesas de Trabalhos implementados em comunidades precárias.
  - 9.400 moradores capacitados em ofícios.
  - 344 sedes comunitárias construídas.
  - 15.000 crianças que vivem nas comunidades participaram de programas educacionais.
  - 4.000 moradias definitivas entregues.

### **2.3.2. Casa de Emergência**

Como já citado anteriormente, as casas de emergência construídas através do TETO em trabalho conjunto de moradores e voluntários ocorre dentro da fase de projetos a curto prazo (TETO, 2016b). O objetivo aqui é suprir demandas urgentes da comunidade e de famílias que estão em situação de risco iminente. Não é objetivo da organização que essas moradias se apresentem como residências definitivas, e sim como uma iniciativa que irá estimular as famílias a buscarem soluções cada vez melhores as suas demandas.

As casas de emergência são módulos retangulares de 18 m<sup>2</sup>, feitas em estrutura de madeira tratada, dispostos em pisos, painéis de parede e pilotis para fundação, além de manta de isolamento térmico e telhado. A ordenação dos painéis e sua estrutura, podem ser vistos nas Figuras 14, 15 e 16. As casas são construídas em mutirões ao longo do ano, com a participação dos voluntários. Usualmente os mutirões ocorrem em finais de semana programados, porém há modelos de construções ao longo de 3, 5, 7 e até 9 dias. O cronograma para construção de uma moradia de emergência é de 2 dias e cada casa é feita por uma equipe com cerca de 10 voluntários além de integrantes da família.



Figura 14 – Finalizado o posicionamento dos Painéis

Fonte: Foto tirada pelos autores no dia 10/10/15

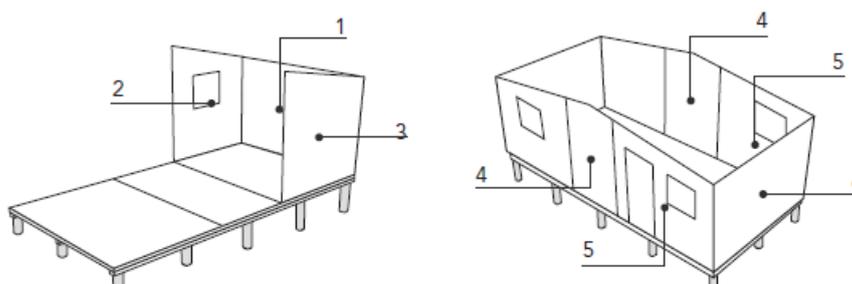


Figura 15 – Ordem do posicionamento dos Painéis

Fonte: TETO, 2016

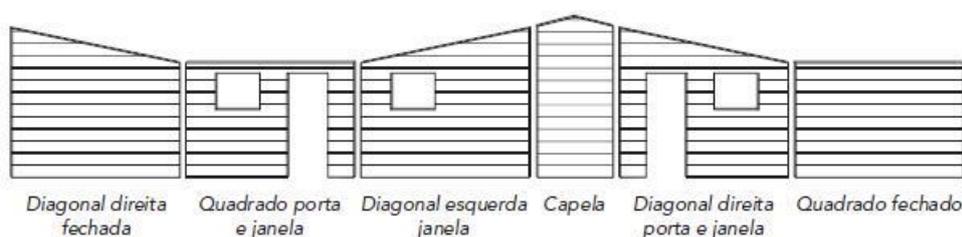


Figura 16 – Demonstração de todos os Painéis da Casa

Fonte: TETO, 2016

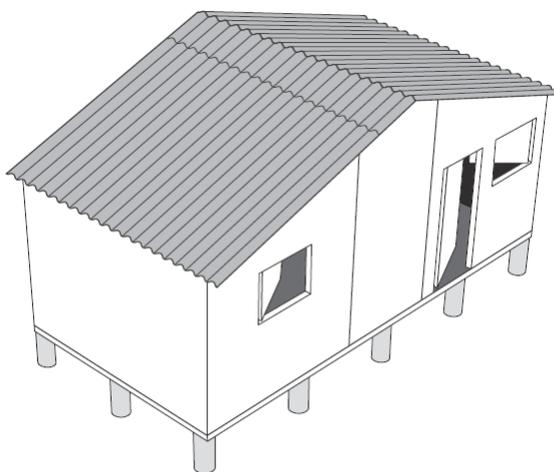
Como toda ação realizada pelo TETO, as construções respeitam um planejamento e têm seu trabalho iniciado meses antes de acontecerem efetivamente. A cada construção programada no ano é convidada um staff de voluntários para realizarem todos os preparativos da mesma. Escolha das famílias, doação de alimentos, inscrição de voluntários, logística de materiais, entre outras, são algumas das demandas prévias a uma construção. Para designação

das famílias são realizadas visitas semanais a comunidade pelo *staff* correspondente, e são levados em conta a base de dados dos questionários sócio econômicos aplicados nas ECOs.

A casa de emergência feita pelo TETO é destinada única e exclusivamente às famílias por meio de contrato com as mesmas, não podendo ter qualquer finalidade econômica como venda ou aluguel da mesma.

### **2.3.3. Limitações do projeto**

Por se tratar de uma medida paliativa, de rápida implementação e assim maior impacto, o projeto da casa de emergência (Figura 17) dispõe de algumas limitações. É importante frisar que o TETO como organização optou por alcançar o maior número de pessoas a quem possa denunciar a realidade da pobreza extrema. Tendo a sua base de voluntários mais diferenciada e eclética possível. Por isso não há qualquer espécie de preferência ou seleção quanto a formação técnica, etnia, opção sexual ou crenças religiosas no seu corpo de voluntariado, permitido assim que qualquer pessoa possa vir a participar.



*Figura 17 – Desenho Completo da Casa de Emergência (tipo 6)*

*Fonte: TETO, 2016*

Assim sendo uma das limitações o projeto é não prever a implementação de um banheiro na casa. Agregar um banheiro hidráulico convencional à construção, representaria não só uma maior demanda de trabalho técnico, podendo comprometer o apertado cronograma e composição de voluntários, como aumentaria do custo da casa. Por fim, a instalação de um banheiro prevê ligações com redes de água e esgoto, que como vimos anteriormente, pouco se aplica a realidade das comunidades consideradas. O TETO como organização não pode

compactuar com práticas ilegais ou nocivas ao meio sócio ambiental, sejam para ligações clandestinas de água, luz ou esgoto sem destinação adequada, a construção de um banheiro hidráulico, portanto, se torna inviável.

## **2.4. Banheiro Seco**

### **2.4.1. Definição**

Antes de entrar na definição propriamente dita do conceito de banheiro seco, é importante retroceder um pouco e explorar os comportamentos sociais enraizados, principalmente, na cultura Ocidental.

É minimamente irônico observar como o homem tem tratado, ou não, o problema da geração e manejo do seu próprio resíduo. Uma questão ambiental que vem perseguindo nossa espécie desde seus primórdios, e permanecerá até nossa extinção. As barreiras culturais impostas ao longo dos séculos com relação ao manejo e reciclagem dos dejetos humanos nos impede até de discutirmos o assunto (JENKINS, 2005). Como o livro *Humanure Handbook* bem define:

Se há uma coisa que a cultura de consumo se nega a tratar de forma madura e construtiva, são as excreções do corpo. Este é um tópico tabu, o assunto no qual não se pode nem pensar (...). Porque desperdícios não são encontrados na natureza – exceto na natureza humana. Depende de nós, humanos, desvendar o segredo de sua eliminação. A própria Natureza oferece a chave do mistério. (JENKINS, 2005).

Hoje, ao redor do mundo, enfrentamos não só o problema da falta de saneamento básico, como também da escassez de água em muitas localidades, em especial as comunidades mais excluídas da sociedade (OMS, 2014). Cerca de vinte e cinco bilhões de litros de água limpa são desperdiçados diariamente, só nos EUA. Cada descarga equivale de 6 a 12 litros de água poluída despejado no mundo (JENKINS, 2005). Além das barreiras culturais, também é preciso vencer o *lobby* das grandes corporações na produção de fertilizantes artificiais para o ciclo da agricultura e a falta de conhecimento técnico no reciclo de dejetos humanos (JENKINS, 2005). Todo processo do ciclo interrompido pode ser visto na Figura 18.

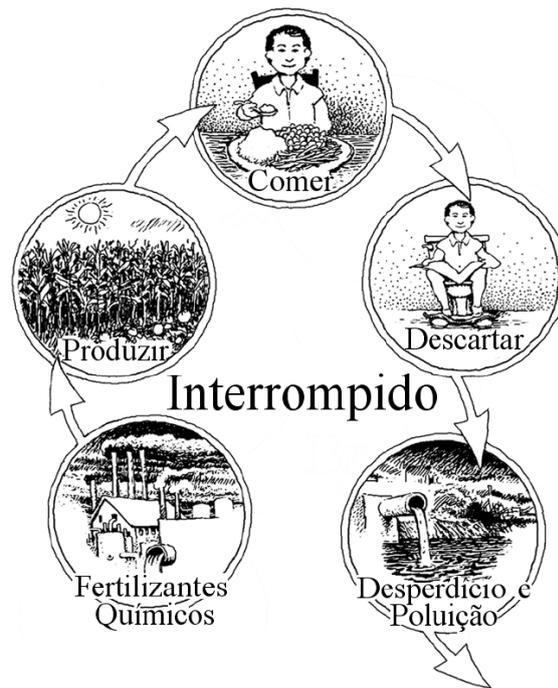


Figura 18 – Ciclo tradicional de descarte dos dejetos humanos

Fonte: JENKINS, 2005

O modelo de banheiro seco parte de um preceito básico: a não utilização de água na sua operação. Portanto é uma das tecnologias mais eficazes em evitar a poluição ambiental por águas residuais, e assim conservar os recursos hídricos como um todo. Apesar das inúmeras variações de modelos, materiais e fabricantes, o banheiro seco consiste basicamente de: uma tampa de privada conectada a um suporte e acoplada a um balde (coletor) que quando preenchido deverá ser retirado e ter seu conteúdo despejado em um local para o processo de compostagem (ALVES, 2009).

É uma tecnologia utilizada em diversas partes do mundo, como: EUA, Canadá, Suécia, Noruega, Nova Zelândia, Austrália e Inglaterra. Seu mecanismo consiste da utilização do resíduo sanitário para o processo de compostagem e transformação do resíduo em húmus, através da síntese de microrganismos e consequente higienização do composto. O resíduo sanitário é formado por dejetos humanos, fezes e urina, papel higiênico e material orgânico, como cinzas e serragem, para equilíbrio químico do composto. Existem diversos modelos de banheiros secos, porém se diferenciam basicamente entre separadores de urina ou não. (ALVES, 2009; JENKINS, 2005).

É importante diferenciar que o processo proposto ao resíduo do banheiro seco consiste da sua sanitização, que diz respeito à eliminação de organismos patogênicos, e não esterilização,

que corresponde ao extermínio de todos seres vivos do composto. O processo de sanitização ocorre através da compostagem, sendo a compostagem termofílica (55 a 70° C) a mais recomendada, por garantir a eliminação integral dos patógenos (Quadro 5) (ALVES, 2009; JENKINS, 2005).

*Quadro 5 - Vantagens e Desvantagens do Sistema de Banheiro Seco*

<b>BANHEIRO SECO</b>	
<b>VANTAGENS</b>	<b>DESVANTAGENS</b>
<b>Economia de água e dinheiro</b>	<b>Requer capacitação para seu uso</b>
<b>Simplicidade técnica da construção</b>	<b>Necessita adição/fonte de material orgânico seco</b>
<b>Fonte de fertilizantes (nutrientes)</b>	<b>Processo de compostagem requer tempo e conhecimento</b>
<b>Sistema de saneamento alternativo e ecológico</b>	<b>Grande barreira cultural para aceitação</b>
<b>Tecnologia simples e replicável</b>	-

*Fonte: ALVES, 2009*

## **2.4.2. Compostagem**

O processo de compostagem consiste de síntese da matéria orgânica através da proliferação de microrganismos como bactérias e fungos, que consomem essa matéria que dão origem ao húmus, composto novo, benigno, de odor agradável e altamente nutritivo para a flora de maneira geral. Para dejetos humanos, a compostagem termofílica é ideal, pois há eliminação integral de patógenos. Esse processo demanda a presença de oxigênio para decomposição aeróbica. A faixa de temperatura para ser considerada compostagem termofílica corresponde de 55 – 70° C, atingidos durante o processo (ALVES, 2009; JENKINS, 2005). Para o fechamento do ciclo de nutrientes, é proposto um modelo como na Figura 19.

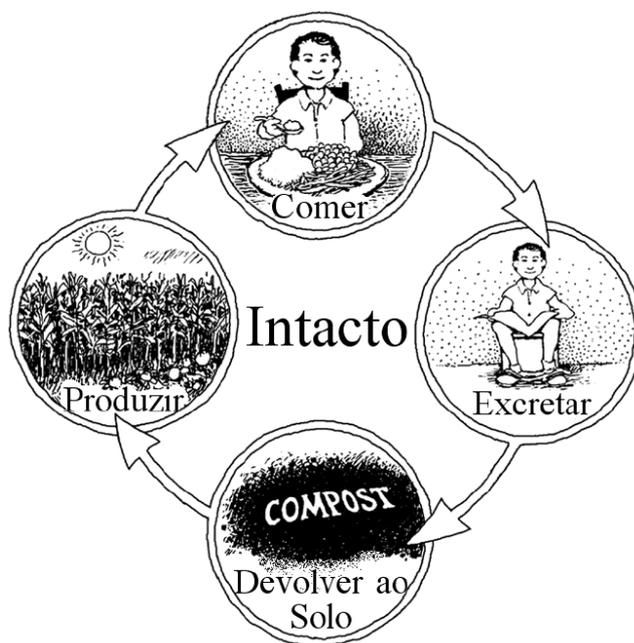


Figura 19 – Ciclo orgânico fechado

Fonte: JENKINS, 2005

Existem diversas definições de compostagem, processo que acompanha a evolução do homem desde a antiguidade em povos como os Hunzas (JENKINS, 2005). O Guia Prático de Engenharia da Compostagem a define como:

A decomposição biológica e estabilização de substratos orgânicos, sob condições que permitem o desenvolvimento de temperaturas termofílicas como resultado de calor biológico, resultando em um produto final que é estável, livre de patógenos e sementes de plantas, e pode ser aplicado benéficamente ao solo.

(HAUG, 1993).

Muito se discute em torno das garantias de higienização do composto e eliminação dos potenciais patógenos presentes nos dejetos do homem. Excrementos, assim como diversas outras secreções humanas, podem conter ou não patógenos. O fator atrelado a essa potencialidade leva a inúmeros mitos e definições incorretas quanto a uma periculosidade integral. É importante frisar que a compostagem termofílica quando realizada de maneira correta, converte dejetos humanos em recursos agrícolas seguros do ponto de vista sanitário. Como define Humanure, 2005:

Nenhum outro sistema de reciclagem fecal e urina pode alcançar o mesmo grau de segurança sanitária sem o uso de substâncias químicas venenosas ou altos níveis de tecnologia e consumo de energia. (JENKINS, 2005).

O formato mais indicado para realização da compostagem é por intermédio da sua alocação em pilhas de materiais. Usualmente essas pilhas são dispostas em áreas cercadas por *pallets*<sup>1</sup> de madeira (Figura 20) ou concreto, formando blocos, com o composto sendo inserido por cima. Entre as razões principais para organização de pilhas podemos destacar que ela evita o ressecamento ou resfriamento prematuro do composto. Para o processo de compostagem termofílica e multiplicação de microrganismos ser bem-sucedido, é necessário garantir uma alta umidade, entre 50-60%. A pilha previne escorrimentos, alagamento do composto e conserva o calor. Portanto, dispor o composto em pilhas com paredes laterais, (madeira) conserva o calor, protege do vento, retém a umidade e não permite encharcar, escorrer ou resfriar excessivamente (ALVES, 2009; JENKINS, 2005).



*Figura 20 – Pallets de Madeira*

*Fonte: ECOARQUITETURA, 2016*

Garantir um processo de qualidade exige garantir a estabilidade de quatro parâmetros básicos, são eles: Umidade, Oxigênio, Temperatura e Dieta Balanceada.

#### **2.4.2.1. Umidade**

A pilha de composto deve ser mantida úmida. Uma pilha seca não é favorável à compostagem termofílica. A presença da água representa um elemento essencial para proliferação dos microrganismos e a pilha detém uma capacidade impressionante de absorção

---

<sup>1</sup> Definição: Pallet é um estrado de madeira que também pode ser confeccionado em metal ou plástico, e tem a finalidade de servir na movimentação de cargas como elemento de otimização logística. Fonte: PALMATEC. Disponível em: < <http://www.palmatec.com.br/artigo.asp?id=6>>. Acesso em: 20 de março de 2016.

de umidade. É importante diferenciar que uma pilha de composto não é uma pilha de lixo e, portanto, não oferece riscos de vazamentos expressivos (JENKINS, 2005).

No processo de compostagem, grande parte da água residente na pilha de composto evapora para a atmosfera. Dados sugerem que chega a haver uma redução no percentual de umidade de até 45% em apenas uma semana, além de retração do volume da pilha em 40-80% (JENKINS, 2005). Por isso é recomendável que o posicionamento da composteira seja em local aberto, sujeito à chuva, sol, e outros elementos do tempo, que estarão em equilíbrio com processo, como visto na Figura 21. Compostos formados por banheiros com separador de urina comumente necessitam da adição de água para garantir a umidade ideal. É mais comum ter que adicionar água do que sofrer pelo seu excesso. Por isso é recomendável coletar fezes e urina no mesmo recipiente e organizar a pilha em local aberto. Além disso, tem-se o fato de que a urina é também a principal fonte de Nitrogênio e assim sendo, fundamental para que tenhamos um ótimo no balanço C:N das pilhas. Nota-se também uma grande resistência das pessoas em aderir ao aparato separador de urina, uma vez que este transforma a configuração tradicional dos assentos sanitários, a qual as pessoas já estão acostumadas.



*Figura 21 – Composteira de Madeira*

*Fonte: BALCONY GARDEN, 2016*

#### **2.4.2.2. Oxigênio**

A compostagem termofílica parte do pressuposto da presença de oxigênio para decomposição aeróbica acontecer. Conseguimos garantir a presença de oxigênio com a adição de materiais orgânicos volumosos como, folhas, mato, palha e serragem, que garantirão a presença de pequenos bolsões de ar. Além disso, deve-se lembrar que as caixas de compostagem são sempre vazadas, pode intermédio de uma tela mosquiteira, por exemplo, o que permite a circulação constante de oxigênio nas pilhas.

Mau cheiro é um ótimo indicador para identificar uma pilha de composto que não esteja com a proporção adequada de oxigênio no seu interior. Material orgânico que tenha odor desagradável quando adicionado à pilha deve ser recoberto com matéria orgânica limpa e sem cheiro, como as supracitadas.

A decomposição anaeróbica é caracterizada pela síntese química sem a presença de oxigênio e com liberação de odor desagradável. Não realizando o processo que desejamos (compostagem). Não se deve revirar a pilha pois além de mau-cheira e insalubridade desta prática, o oxigênio fruto da revirada rapidamente será consumido. Sendo também importante citar que nas laterais das pilhas não haverá material fresco, somente o palhado, que de pouco a pouco esse material também irá de decompor. (JENKINS, 2005).

### **2.4.2.3. Temperatura**

Garantir a temperatura no interior da pilha pode ser fácil se feito da maneira correta. O próprio acúmulo de material orgânico “fresco” com presença de oxigênio e matéria limpa para cobertura por si só já elevam a temperatura da pilha até a desejável margem de 55-70°C. Para isso é recomendável sempre a adição da nova matéria orgânica no meio da pilha, e posterior recobrimento. A região central da pilha em geral é a que dispõe das mais elevadas temperaturas, necessárias para eliminação dos patógenos, e por isso é aconselhável revirar o composto de tempos em tempos, porém somente quando a pilha estiver integralmente formada. Um termômetro específico para medição de composteiras é ferramenta essencial para auxiliar na medição e definir o tempo de sobrevivência dos possíveis patógenos, como visto na Figura 22 (JENKINS, 2005).

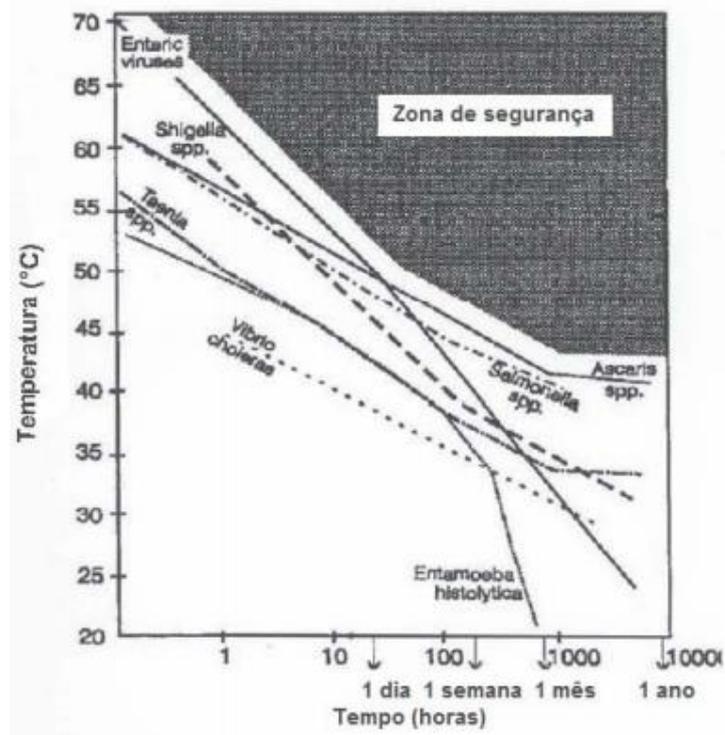


Figura 22 – Diagrama de Temperatura da Zona de Segurança

Fonte: FEACHEM et al., 1983

#### 2.4.2.4. Dieta Balanceada

Possivelmente o parâmetro de mais difícil mensuração por ocorrer de maneira “indireta”. Uma boa pilha de composto termofílico tem uma proporção de carbono e nitrogênio da ordem de 30:1 (C/N), visto na Tabela 2. O carbono é o elemento básico na vida dos microrganismos. Já o nitrogênio é responsável por proteínas, material genético e estrutura celular (HUMANURE, 2005). Dejetos humanos (principalmente a urina) contribuem ao composto com altos níveis de nitrogênio, enquanto elementos como serragem, folha, mato e palha são os responsáveis pelo carbono pela presença de celulose na sua composição.

Tabela 2 – Relação Carbono/Nitrogênio nos Principais Materiais

RELAÇÃO CARBONO/NITROGÊNIO	
Fezes	5 a 10
Urina	0,8
Serragem	511
Sed. Esgoto Bruto	5 a 16
Lixo (Bruto)	15 a 25
Verdura e Legumes	19
Folhas	54

<b>Papelão</b>	400 a 563
<b>Papel</b>	100 a 800
<b>Jornal</b>	398 a 852

Fonte: JENKINS, 2005

É por essa razão que fezes ou urina, *não irão* compostar com facilidade. A serragem além de garantir a adição de carbono (celulose), tem um teor de umidade de 40-65%. No entanto serrarias, em geral, utilizam de madeira desidrata (seca em fornos) e biologicamente inerte. Neste caso, a própria urina garante o processo de reidratação da madeira e a mistura não se apresenta com acúmulo de líquidos (JENKINS, 2005).

#### 2.4.2.5. Ciclos e Classificação

O processo de compostagem passa por quatro fases de síntese da matéria (Figura 23) que transforma carbono e oxigênio em dióxido de carbono e energia.



Figura 23 – Processo de evolução da Leira de Composto

Fonte: Elaboração Própria baseado em dados de JENKINS, 2005

Fase Mesofílica ocorre com a proliferação de bactérias mesofílicas e corresponde ao estágio inicial da decomposição dos restos orgânicos, elevando a temperatura até 44°C. Com a constante progressão da temperatura há uma fase de transição entre 44-55°C onde passam a predominar bactérias termofílicas. A fase Termofílica corresponde à síntese de matéria orgânica entre 55-70°C, em que há alta produção de calor e consequente eliminação de potenciais seres patogênicos. Esta fase pode durar dias ou meses (INÁCIO, 2009).

Após a fase termofílica, o material advindo do banheiro seco já terá sido consumido, porém materiais orgânicos maiores, como pedaços de madeira, ainda estarão presentes. Neste ponto há o início da fase de resfriamento com aparecimento de fungos e organismos macroscópicos (minhocas e tatús de jardim) que quebram esses elementos grosseiros. A última fase da compostagem corresponde à Cura (maturação). Nela há a estabilização final do composto e então a finalização da transformação em húmus (terra fértil). As fases de resfriamento e cura levam meses para serem completadas (INÁCIO, 2009).

Além do ciclo da compostagem descrito acima, podemos dividir o processo de manejo em dois modelos, contínuo ou por lotes.

O manejo contínuo se refere a escalas domésticas, onde há adição recorrente de composto conforme houver necessidade de disposição final do material. O material fresco é adicionado no topo da pilha, focando assim a atividade termofílica nessa região, enquanto o fundo da composteira já desenvolve o estágio de resfriamento. Neste caso, não é aconselhável revirar o composto pois a camada termofílica pode se dissipar e interromper o processo, não garantindo assim a eliminação dos patógenos (JENKINS, 2005).

O manejo por lotes é geralmente utilizado em escalas municipais, pois o fluxo de material “novo” coletado é intenso. Neste caso, o material é disposto como um todo na composteira. Com isso, toda pilha se encontra na mesma fase, se tornando um grande bloco termofílico. Naturalmente, as regiões centrais garantirão temperaturas mais elevadas, e nesse caso, é recomendável revirar o composto a cada mês. No manejo por lotes conseguimos identificar claramente todas as fases, enquanto no manejo contínuo elas podem ocorrer simultaneamente e não são tão aparentes (JENKINS, 2005).

### **3. Revisão Bibliográfica de Banheiro Seco**

A partir das definições no capítulo anterior acima, no Revisão Bibliográfica serão comparados diferentes modelos de banheiro seco em operação no Brasil e no mundo. É necessário frisar que os projetos estudados foram escolhidos por analisarem a eficiência de diferentes metodologias de baixo custo aplicáveis a banheiro seco ou por apresentarem similaridades com a realidade que é encontrada na área do Estudo de Caso.

Primeiro estuda-se três diferentes modelos presentes na região Sul do país, que apesar de similares, apresentam diferenças estruturais entre eles. Depois, será descrito o sistema implementado pela própria ONG TECHO (TETO), no Equador, realizado em parceria com a Fundação In Terris.

Além dos modelos anteriores, haverá a descrição de outro sistema, encontrado no livro *Humanure Handbook* (2005) de Joseph Jenkins. Para melhor exemplificarmos como esse caso ocorre na prática serão descritos dois casos de aplicações práticas desse processo.

Por fim, ainda no capítulo Revisão Bibliográfica, haverá uma análise comparativa de todos banheiros estudados, com os prós e contras de cada um deles.

#### **3.1. Trabalho Conclusão de Curso: Bárbara Alves**

##### **3.1.1. Apresentação do Trabalho**

A elaboração desse capítulo terá por base o trabalho de conclusão de curso: “Banheiro Seco: Análise da Eficiência de Protótipos em Funcionamento”, realizado pela estudante Bárbara Samartini Queiroz Alves na Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC).

O principal objetivo do projeto da autora foi analisar a eficiência do processo de compostagem de três protótipos que já se encontravam em funcionamento. Um deles foi um banheiro localizado na sede da Associação Ambientalista Comunitária Espiritualista Patriarca São José, no Município de Florianópolis. E os dois outros no Município de Garopaba, um na ONG Gaia Village e o outro em uma propriedade particular.

Durante o capítulo será elaborado uma breve explicação dos principais aspectos de cada um dos três banheiros. Além disso, também serão apresentadas as conclusões do trabalho, as

nossas considerações finais dos projetos, e a análise da aplicabilidade de cada uma dessas soluções no estudo de caso do presente trabalho, relativo à ONG TETO, em Jardim Gramacho.

### 3.1.2. Banheiro Seco ACEPSJ

O banheiro seco da Associação Ambientalista Comunitária Espiritualista Patriarca São José (ACEPSJ) se encontra no centro de educação da instituição e é dividido em masculino e feminino, mas, como são interconectados, foram considerados um sistema único. Segundo os sócios moradores, a taxa de utilização do banheiro, somando eles e os visitantes, é entorno de 340 utilizações/mês.

O sistema implantado na ACEPSJ baseia-se no modelo de banheiro seco com rampa, sendo o modelo mais encontrado na Internet e utilizado em diversos casos no Brasil, como no Instituto de permacultura do Cerrado (IPEC) e no Instituto de Certificação Florestal da Amazônia (IMAFLORA).

O banheiro da ACEPSJ é um modelo não compacto, de múltiplos compartimentos (uma câmara coletora subdividida em pequenos compartimentos - tonéis), ou seja, o material em maturação não entra em contato com o material fresco que é adicionado com o uso; de construção local, feito em alvenaria; e de separação parcial da urina, apenas a urina do sanitário masculino é desviada por meio do uso de um mictório. A Figura 24 ilustra a entrada e a parte de trás do centro de educação onde está localizada a câmara de compostagem e a chaminé do banheiro. As janelas que aparecem no canto esquerdo representam o banheiro feminino e o banheiro masculino da esquerda para a direita respectivamente (ALVES, 2009).



Figura 24 – Centro de Educação ACEPSJ

Fonte: ALVES, 2009

Para observação mais especificamente da operacionalização do banheiro, a Figura 25 mostra que o assento sanitário nesse banheiro é conectado diretamente aos coletores (tonéis), localizados dentro da câmara de compostagem, por uma rampa de alumínio, sendo levado apenas pela gravidade.



*Figura 25 – Câmara de Compostagem ACEPSJ*

*Fonte: ALVES, 2009*

Como na grande maioria dos banheiros secos, o usuário despeja uma quantidade de serragem, nesse caso cerca de 250 cm<sup>3</sup>, junto com os dejetos humanos após cada vez que utiliza o banheiro.

A câmara é envolta na parte exterior de metal pintado de preto, com objetivo de provocar aquecimento e conseqüentemente convecção dos gases e ventilação para a fora na chaminé, essa já demonstrada na Figura 24 da parte de trás do centro de educação.

Ao final, quando os tonéis estão cheios, são cobertos por uma camada de serragem, deslocados para a parte lateral e ali mantidos por seis meses. Depois desse período, o composto é transferido para duas caixas d'água colocadas em uma área dentro da mata. Assim, após a transferência, esse material produzido é utilizado gradualmente na produção de árvores nativas da região.

### **3.1.3. Banheiro Seco ONG Gaia Village**

Esse banheiro, demonstrado na Figura 26, se encontra no centro de vivência da ONG, próximo à sede.



*Figura 26 – Banheiro seco ONG Gaia Village*

*Fonte: ALVES, 2009*

O banheiro é de fabricação local, não compacto, com duas câmaras de uso alternado e sem separação de urina. Esse banheiro não utiliza rampa, logo a câmara de compostagem se encontra exatamente embaixo do assento sanitário, e não há nenhuma tecnologia para aumentar a temperatura nas câmaras e nem para revesti-la. Além disso, o sistema possui uma chaminé com finalidade de ventilar a câmara.

As câmaras, que podem ser vistas na Figura 27, têm capacidade de 1 m<sup>3</sup> e são utilizadas alternadamente. Logo, enquanto um banheiro está apto para utilização o outro deve estar fechado para a maturação da matéria orgânica na respectiva câmara.



*Figura 27 – Câmara de Compostagem ONG Gaia Village*

*Fonte: ALVES, 2009*

Ao final de 6 a 8 meses, tempo em que a ONG espera ser suficiente para enchimento da câmara, no mesmo compartimento, ao lado, o composto estará pronto para ser utilizado como adubo. Assim, depois desse período, a ONG destina esse adubo à produção de mudas de árvores nativas (com objetivo de reflorestamento).

### 3.1.4. Banheiro seco em propriedade particular

Esse banheiro é de fabricação local e bastante simplificado, composto somente por um assento sanitário que se conecta diretamente a um tonel armazenador. O tonel se encontra ao ar livre, fora da área fechada do banheiro, e tampado somente por uma tela que evita contaminação por moscas. Além disso, na parte de baixo do assento o proprietário inseriu um tubo de PVC para a ventilação e expulsão de maus odores, segundo ele. A Figura 28 ilustra o banheiro ao qual o trabalho se referiu.



*Figura 28 – Banheiro Seco propriedade particular*

*Fonte: ALVES, 2009*

Segundo o proprietário, a utilização é feita apenas por ele e possíveis visitas que possam vir a surgir. Assim que o tonel fica cheio, o proprietário troca o acumulador, e deixa a matéria orgânica de lado por três meses. Após essa primeira etapa, o material é despejado diretamente no solo no pé de uma plantação de bananeira, aonde ele vai continuar sofrendo o processo de compostagem e assim incorporado ao solo, como podemos ver na Figura 29. Apesar do presente trabalho acreditar que esse processo deve gerar odores fortes e desagradáveis, a autora em nenhum momento cita este fato para o banheiro na propriedade particular.



*Figura 29 – Plantação de Bananeira propriedade particular*

*Fonte: ALVES, 2009*

### **3.1.5. Considerações Finais do Trabalho**

Durante o projeto, a autora fez coletas de amostras, medições de temperatura e umidade, exames parasitológicos, análise de coliformes fecais e total, estudo de odores, análises químicas, para chegar à conclusão de qual é a qualidade e eficiência dos três protótipos já em funcionamento.

Assim, ela encontra problemas e desafios em todos os três protótipos como demonstrado abaixo.

Na medição de temperatura, umidade e análises químicas, ficou evidenciado que nenhum dos protótipos apresentam as condições ideais de PH, umidade, aeração, temperatura e tamanho das partículas, para que o processo de compostagem ocorresse de forma ideal. Como exemplo, pode-se citar que as temperaturas medidas foram próximas às temperaturas ambientes, em torno de 30 ° Celsius, muito diferente da temperatura ideal para a compostagem, que é entre 55° e 60° Celsius (INÁCIO, 2009).

Com isso a autora supõe algumas razões para que esse fato tenha ocorrido. Ela entende que não existe uma determinação de tempo ideal para a compostagem, pois para que seja estabelecido um tempo é necessário que as condições ótimas para a compostagem estejam ocorrendo. No caso de a temperatura ser baixa, por exemplo, o processo de estabilização da matéria leva muito mais do que 6 meses para ocorrer. Dessa forma, autora entende que um dos motivos que ocasionou essa instabilidade na compostagem foi que as pessoas responsáveis pelos banheiros secos não realizavam acompanhamento permanente do material em

compostagem, como é o caso de Gaia Village, fazendo com que não fossem alcançadas as condições ideais para o processo de decomposição.

Outra causa que gerou a não obtenção das condições ideais, levantado pela autora, é a utilização de tonéis para o armazenamento no caso dos banheiros da propriedade particular e da ACEPSJ. Ela argumenta que o tonel não permite a aeração e quem, sem oxigênio, não ocorre o metabolismo microbiano, e por consequência, a geração de calor. Assim, ela sugere que os toneis além de péssimos aeradores, são pouco práticos para manusear, por conseguinte devam ser utilizados apenas como coletores e não como armazenadores.

A medição de patógenos humanos, também evidenciou que as condições ideais nos protótipos não foram alcançadas, devido a algumas justificativas já citadas anteriormente. Segundo a medição realizada pela autora, os problemas com patógenos humanos foram bastante evidentes nos banheiros secos de ACEPSJ e Gaia Village.

Na medição de odores, o projeto encontrou diversas dificuldades para chegar a resultados importantes, mas a principal conclusão é a de que a utilização de rampas para levar os dejetos até os acumulares, apesar de afastarem os dejetos das bacias sanitárias, geram um odor extremamente desagradável devido ao maior tempo em contato com o ar livre. Dessa forma, a autora afirma que sistemas que almejem ser eficiente devam utilizar rampas para fazer o transporte até um coletor ou armazenador.

A partir da medição de coliformes fecais e totais, realizado pelo LIMA – Laboratório Integrado de Meio Ambiente da UFSC, pôde-se tirar conclusões relevantes nos banheiros da ACEPSJ e Gaia Village. Contudo, no protótipo da propriedade particular não pode retirado nenhum dado considerável que sirva para o estudo, pois segundo a autora o volume era muito pequeno e a coleta não era simples de ser feita, visto que o composto já estava misturado com outros materiais, como terra.

O material gerado pelos dois banheiros previamente citados, segundo os padrões de coliformes fecais e totais apresentam características semelhantes. Os compostos com idade de 6 meses apresentaram a classificação 2, conforme a Resolução CONAMA n°357 de 2005, com um máximo de 1.000 coliformes fecais por 100ml de água, característica que possibilita o material ser utilizado para recreação de contato primário, como natação. Já os compostos com idade de 1 ano, apresentaram a classificação 1, possibilitando que o material pode ser utilizado em plantação de hortaliças para consumo humano.

Apesar das conclusões negativas por parte de todos os protótipos, é importante ressaltar que os três banheiros se encontram em funcionamento, o que comprova que são opções viáveis dentro da realidade de cada um dos proprietários. A partir dos estudos realizados e considerações finais do projeto, é preciso relacioná-los à realidade da região de Jardim Gramacho e assim apresentar nossas opiniões sobre a viabilidade dos projetos citados nesse capítulo.

### **3.1.6. Relação com o Estudo de Caso**

Os banheiros secos devem ser uma alternativa segura com relação ao tratamento dos resíduos sólidos, ainda mais que estamos lidando com uma população em extrema pobreza, onde a saúde pública é muito precária e uma infecção gastrointestinal pode levar à morte.

Logo, como se pôde observar na seção 3.1.5., apesar dos projetos estudados apresentarem muitas qualidades como praticidade, estrutura sanitária, privacidade no banheiro e a não necessidade de contato com as fezes por parte do usuário, todos os banheiros foram reprovados em alguma das medições estudadas.

Ademais, um importante fator que não se pode tirar conclusões a partir dos estudos de ALVES, 2009 é a aceitação ou não por parte da população local. Isso ocorre pois apesar de estarmos falando de protótipos que já se encontram em funcionamento, as pessoas que a utilizam são já previamente instruídas dos benefícios do banheiro seco.

Dessa forma, decidiu-se por analisar outros estudos e possibilidades de projeto de banheiro seco que se adequasse melhor ao estudo de caso de Jardim Gramacho.

## **3.2. Banheiro seco ONG TECHO Ecuador**

### **3.2.1. TECHO Ecuador**

Como já comentado em capítulos anteriores, o TETO é uma organização presente em 19 países da América Latina e Caribe (Figura 30). Contudo, é necessário elucidar que em regiões onde a língua nativa é o espanhol o nome da ONG é alterado para TECHO, apesar de referir-se à mesma instituição. (TECHO, 2015-A)



Figura 30 – Presença da ONG TETO/TECHO

Fonte: TECHO, 2015-A

O TECHO está presente no Equador desde 2008 e até hoje já construiu 1915 Casas de Emergência no país, mobilizando mais de 25 mil voluntários, em 21 comunidades divididas em 12 províncias. (TECHO, 2015a)

Desde 2013, o TECHO Ecuador começou as mesas de trabalho em algumas comunidades, criando até hoje 46 diferentes projetos comunitários de acordo com a necessidade de cada localidade, como banheiros secos, horticultura, parque recreativo para crianças, curso de finanças para casas, apoio escolar às crianças, oficinas de capacitação para adultos, entre outros. (TECHO, 2015a)

O projeto de banheiro seco pelo TECHO Ecuador é um programa que teve por meta solucionar o problema de saneamento nas comunidades de San Enrique e Sabanilla, duas localidades periféricas da província de Guayas. (TECHO, 2015b). Ele teve início no primeiro trimestre de 2014 quando os primeiros protótipos foram instalados em escolas de ambas comunidades. O impacto foi menor do que o esperado, visto que as duas escolas já possuíam banheiros hidráulicos, e dessa forma a adesão dos alunos aos novos banheiros instalados acabou não sendo alta.

Contudo, no segundo trimestre de 2014 se realizou um Diagnóstico Participativo nas duas comunidades de San Enrique e Sabanilla e se constatou que saneamento era a principal queixa dos moradores das regiões e com isso foi proposta a solução dos banheiros secos, muito similares aos que já haviam sido instalados nas escolas. (TECHO, 2015c)

Assim, com a doação da Embaixada Australiana no valor de U\$D 17.500, o TECHO Ecuador e a Fundación In Terris se uniram para a construção de 30 banheiros secos, para as 30 famílias mais necessitadas, nas duas comunidades no primeiro trimestre de 2015. (TECHO, 2015c)

O quadro que as duas instituições enfrentaram na época foi crítica pois dados mostram que na comunidade de Sabanilla apenas 0,44% da população tinha acesso a esgoto e 0,48% a água encanada. A presença da extrema pobreza nessas regiões é bastante expressiva também, sendo 69,10% em Sabanilla e 38,40% em San Enrique. Na Figura 31 é possível verificar como era o banheiro de uma moradora da comunidade de San Enrique, Julia Antepara. (TECHO, 2015-B)



*Figura 31 – Banheiro moradora comunidade San Enrique*

*Fonte: TECHO, 2015-B*

Durante a construção dos banheiros secos, 30 famílias das duas comunidades trabalharam junto aos 125 voluntários entre os dias 14 e 15 de março de 2015, com objetivo de trazer um banheiro em melhores qualidades para um total de 150 pessoas. (TECHO, 2015b)

Na Figura 32 é apresentado um panfleto divulgado na época pelo TECHO Ecuador que serviu para chamar voluntário a participarem das construções.



Figura 32 – Panfleto construção banheiro secos TECHO Ecuador

Fonte: TECHO, 2015-B

É importante ressaltar que na história da instituição essa foi a principal construção de somente banheiros secos nas comunidades em extrema pobreza, que ocorreu graças a doações externas, como já mencionado anteriormente.

### 3.2.2. Sistema banheiro seco TECHO Ecuador

Os protótipos instalados foram sugeridos pela Fundación In Terris, que possui o conhecimento técnico para a construção dos banheiros secos, conforme Figuras 33 e 34, retiradas de um panfleto de divulgação da própria instituição.



*Figura 33 – Protótipo Banheiro seco montado Fundación In Terris  
Fonte: FUNDACIÓN IN TERRIS, 2012*



*Figura 34 – Protótipo Banheiro seco vazado Fundación in Terris  
Fonte: FUNDACIÓN IN TERRIS, 2012*

Como se pode verificar, o banheiro tem a proposta de ser independente da habitação das pessoas, podendo assim ser compartilhado por mais de uma família.

O banheiro consiste em uma pequena casa elevada que em seu interior possui uma bacia sanitária e um mictório. A bacia possui separador de urina e fezes, fazendo com que os dois dejetos não se misturem, como demonstrado na Figura 35. O usuário ao urinar, despejará o líquido na divisão frontal e dessa forma ele terá um outro caminho se comparado as fezes.

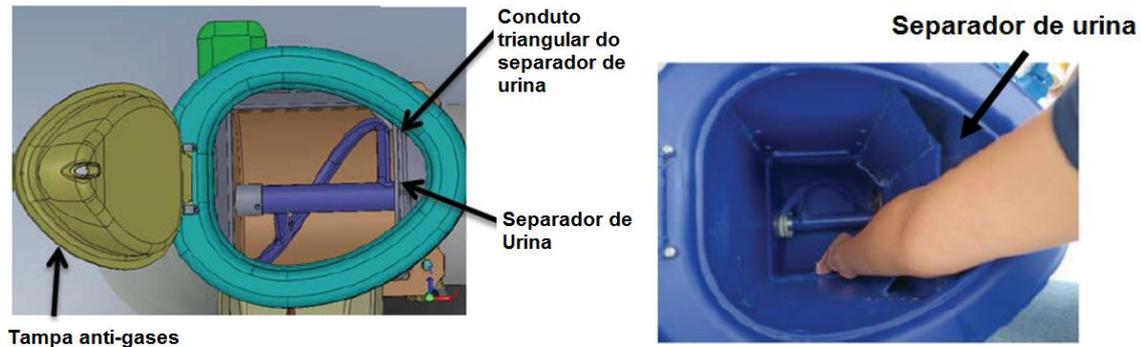


Figura 35 – Bacia Sanitária Fundación In Terris

Fonte: FUNDACIÓN IN TERRIS, 2012

Assim, no fundo do vaso sanitário, a saída de urina é conectada diretamente à jardineira externa, por uma mangueira comum, unindo-se com a urina advinda do mictório.

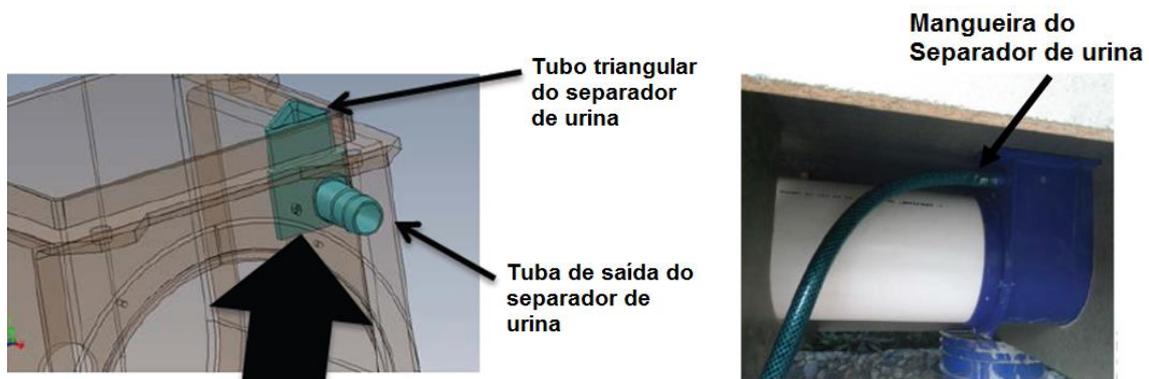
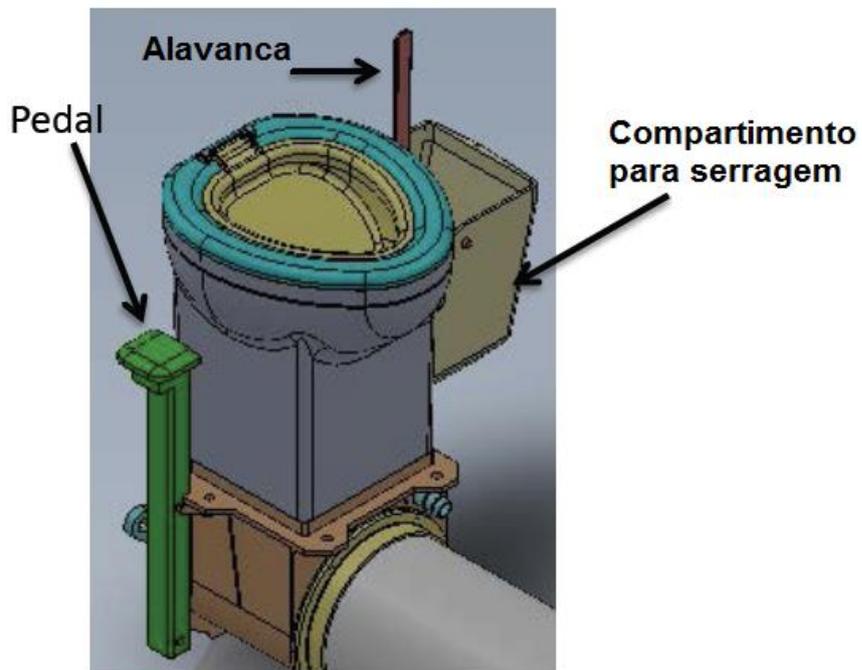


Figura 36 – Tubulação do Separador de Urina

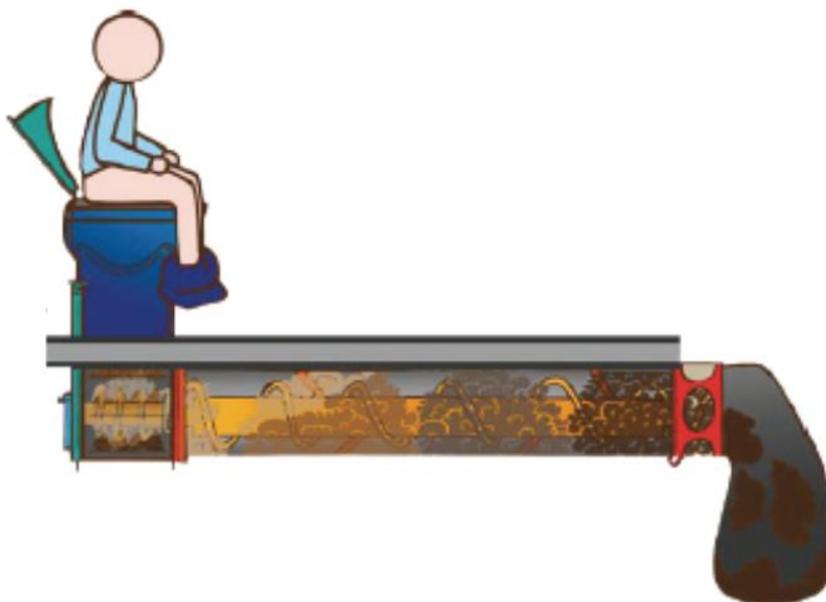
Fonte: FUNDACIÓN IN TERRIS, 2012

Com a urina já separada, o banheiro se destina também à coleta e compostagem das fezes. Na Figura 37 podemos verificar que a bacia sanitária possui três equipamentos diferentes. O primeiro é compartimento de serragem, para que o usuário jogue a serragem sempre que utilizar o banheiro. Além dele, o vaso possui uma alavanca para fechar uma tampa superior, impedindo que o odor saia e um pedal para fazer o eixo espiral rodar e levar o dejetos até o tanque de armazenamento.



*Figura 37 – Sistema Banheiro Seco*  
*Fonte: FUNDACIÓN IN TERRIS, 2012*

O eixo espiral é o equipamento responsável para levar as fezes desde a bacia sanitária até o tanque de armazenamento. Sendo assim, as Figuras 38 e 39 se destinam a melhor ilustração de como esse eixo atua e como deve ser utilizado para o bom funcionamento do sistema.

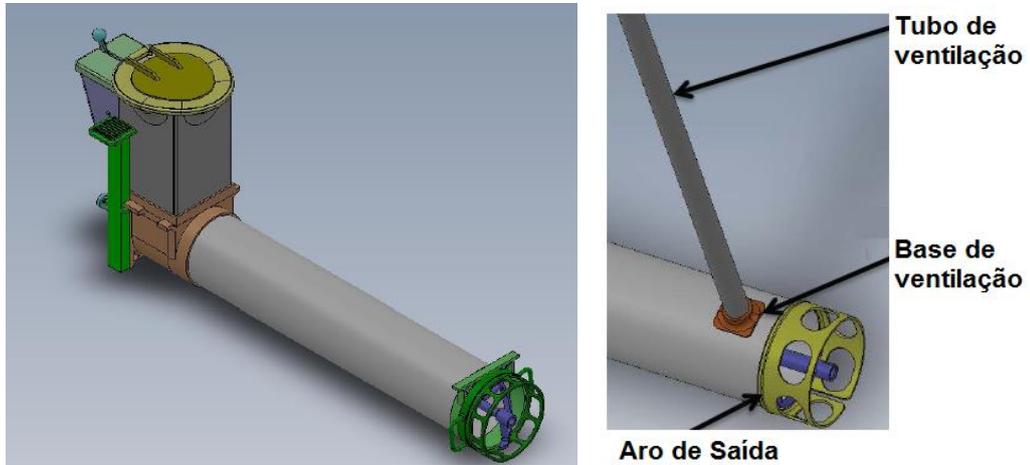


*Figura 38 – Eixo Espiral*  
*Fonte: FUNDACIÓN IN TERRIS, 2012*



*Figura 39 – Funcionamento Eixo Espiral*  
*Fonte: FUNDACIÓN IN TERRIS, 2012*

Para evitar a geração de odor, existe também um tubo de ventilação responsável pela saída dos gases para o exterior, tentando evitar ao máximo a geração de mau cheiro no interior do banheiro, como demonstrado nas Figuras 40 e 41.



*Figura 40 – Sistema de ventilação*  
*Fonte: FUNDACIÓN IN TERRIS, 2012*



*Figura 41 – Banheiro Seco pronto Fundación In Terris*

*Fonte: FUNDACIÓN IN TERRIS, 2012*

Dessa forma, a tecnologia utilizada na construção do banheiro seco é bastante interessante, já foi realizada em lugares de extrema pobreza e foi considerada como uma possibilidade de modelo a ser utilizado neste trabalho.

Contudo, ao analisarmos alguns documentos com resultados após a construção do TECHO Ecuador verificamos que na prática o banheiro não se mostrou muito eficiente e aceitação por parte das famílias foi baixa.

Alguns problemas citados pelas famílias foram (TECHO, 2015c):

- Dificuldade na operacionalização da espiral, pois o pedal acabou, com o tempo, ficando duro e, assim, a espiral empenou.
- Calor muito elevado dentro do banheiro.

Além desses entraves operacionais, acredita-se que o modelo deve ter apresentado outras barreiras, o que acabou gerando a não aprovação na prática do projeto.

O primeiro problema que o banheiro seco deve ter enfrentado é o de odor. A tubulação que conecta a bacia sanitária ao compartimento de armazenamento não deve ter a capacidade de transportar 100% dos dejetos, fazendo com que as fezes fiquem presas no meio da tubulação, gerando um odor muito desagradável. Essa conclusão obtivemos a partir dos estudos de conclusão realizados no projeto de graduação “Banheiro Seco: Análise da Eficiência de

Protótipos em Funcionamento”, realizado pela estudante Bárbara Samartini Queiroz Alves na Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), onde ela afirma que não deve haver nenhum objeto que faça a ligação entre o compartimento de armazenamento e a bacia sanitária, seja ele uma rampa ou tubulação, pois sempre haverá retenção de fezes (ALVES, 2009).

Outro ponto negativo que observamos no projeto é o da ventilação. O livro *Humanure Handbook* (JENKINS, 2005), informa que o sistema de chaminé em geral não é muito eficiente visto que não consegue trazer uma ventilação adequada, gerando assim mau odor.

Além disso, tem-se o problema do custo. O banheiro pronto custa cerca de R\$ 1200,00 e deve ser utilizado em média por 5 pessoas. Esse foi um projeto custeado pela Embaixada Australiana, mas entendemos que a nossa indicação de banheiro seco não deve depender de custeios externos e nem ser um sistema complexo que gere elevados custos para a ONG TETO, visto que a organização conta com um orçamento limitado advindo de doações.

Assim, devido às dificuldades citadas anteriormente entendemos que esse projeto de banheiros secos foi muito enriquecedor como forma de conhecimento, mas que não deve ser indicado pelo projeto como sendo o melhor modelo de banheiro seco para as comunidades do TETO, é preciso um modelo mais barato e eficiente.

### **3.3. Humanure Handbook: Conceituação e aplicações**

#### **3.3.1. Conceituação**

Ao longo de 30 anos Joseph Jenkins estudou, experimentou, pesquisou, publicou e se aprofundou nos diversos modelos e sistemas de banheiro seco ao redor do mundo. Sua motivação advinha não somente da ideia de destinar seus resíduos sem contaminação ambiental, como também de um questionamento básico: ir contra o formato tradicional da sociedade de (*não*) lidar com os próprios resíduos, utilizando do meio hídrico para o transporte da matéria orgânica. Esse modelo de disposição dos dejetos contamina um grande volume de água limpa diariamente. Em mundo imerso em uma crise hídrica, tais desperdícios são tidos como execráveis (JENKINS, 2005).

O resultado desse trabalho consiste em um modelo que preza pela simplicidade na elaboração. Todavia, a dita operação e manejo dos resíduos humanos, deve seguir à risca uma série de regras que permitam que, na etapa de compostagem, seja atingido o estágio termofílico,

garantindo dessa maneira a eliminação integral dos patógenos. Jenkins denomina seu modelo como *Humanure* (do inglês *Human; Manure = Homem; Estrume*), que será explicado a seguir:

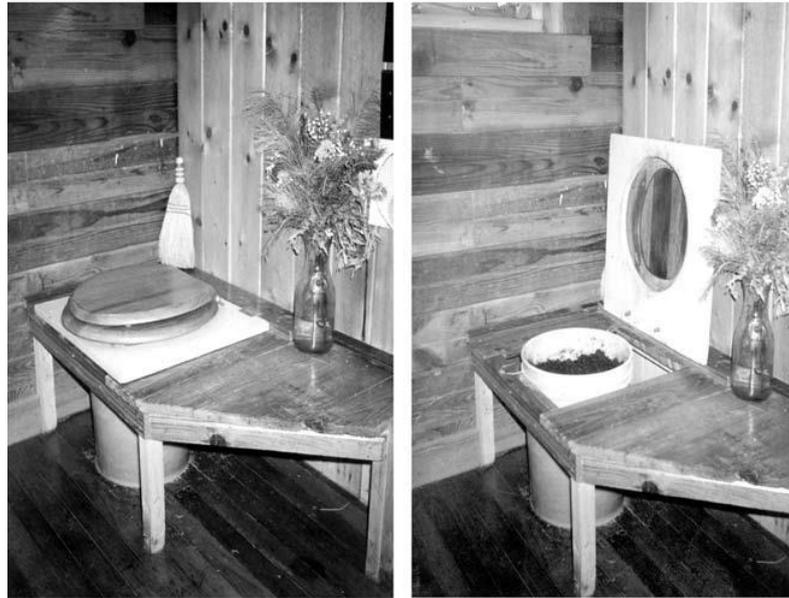
O modelo de banheiro Humanure consiste de três componentes: 1) a privada coletora; 2) matéria orgânica para cobertura; 3) um sistema de compostagem.

Na privada coletora (Figura 42) o processo consiste da deposição e coleta dos dejetos (fezes e urina) em um recipiente, em geral um balde. Jenkins sugere a utilização de um modelo de privada comum instalado sobre um suporte (base) de madeira, que serve como apoio ao assento. O balde para coleta é posicionado logo abaixo do assento, de forma que ambos sejam perfeitamente encaixáveis, evitando assim possíveis “vazamentos” pela borda superior, como visto na Figura 43.



*Figura 42 - Suporte de madeira com assento e recipiente no interior*

*Fonte: JENKINS, 2005*



*Figura 43 - Exemplo de banheiro seco Humanure*

*Fonte: JENKINS, 2005*

O processo de utilização do banheiro consiste de um preparo prévio através do depósito de matéria orgânica no interior do recipiente (geralmente serragem). O intuito é criar uma “cama” ou filtro biológico, que irá absorver a urina e enclausurar as fezes. O recipiente deve ser preenchido até 50% do volume com serragem ou outra matéria orgânica volumosa e limpa. A serragem irá progressivamente se depositar no fundo do recipiente conforme seu uso for preenchendo os vazios e tornando mais densa a mistura de serragem e resíduos.

Realizado esse preparo inicial, a qualquer uso subsequente, é necessária a adição de uma nova camada de serragem. Independentemente do resíduo ser fezes ou urina. É crucial ao processo que o conteúdo do recipiente sempre esteja com uma camada limpa superior de matéria orgânica. A serragem será a responsável pelo percentual de carbono exigido ao composto. Equilibrando assim a relação do nitrogênio advindo dos resíduos humanos. O bom equilíbrio entre C/N garante que o composto não irá atrair organismos vetores (ex. moscas) ou ter odor desagradável.

Os recipientes utilizados são em geral baldes de vinte a vinte cinco litros com tampa rosqueada. A tampa permite que mesmo após completo, o balde possa ser trocado e armazenado dentro da casa sem que haja risco de contato direto com o composto e/ou escape de possíveis gases. É recomendável o volume limite de vinte cinco litros e a aquisição de cerca de quatro baldes, permitindo assim seu fácil manejo sem que seja demasiadamente pesado e um sistema rodízio sem a necessidade de adição à composteira constantemente.

A tampa sanitária é mantida fechada quando não estiver em uso. Vale destacar que não é necessária a vedação da tampa, uma vez que a garantia de não haver odor desagradável residirá na proporção adequada entre matéria orgânica e resíduo.

Distante das bacias sanitárias, em outro local os recipientes devidamente preenchidos com *humanure*, serão esvaziados em uma composteira. As composteiras devem possuir altura máxima, garantindo assim a possibilidade do seu manejo, e é recomendável que as paredes laterais sejam feitas, por exemplo, de madeira (*pallets* são uma boa e barata opção para essas construções) como visto na Figura 44. O sistema de compostagem é formado por um número mínimo de duas composteiras que terão seus ciclos alternados conforme forem sendo preenchidas. Inicialmente todo composto será depositado na primeira unidade, até que seja completamente preenchida. Então é iniciado o preenchimento da segunda unidade, enquanto a primeira realiza o processo de cura do composto, e assim se segue ciclicamente. Em meio às duas composteiras é alocado um espaço para o armazenamento de matéria orgânica limpa, seca e volumosa, como: folhas, madeira, palha, mato, serragem, etc. Essa matéria orgânica é depositada no fundo e laterais da composteira, formando um biofiltro.

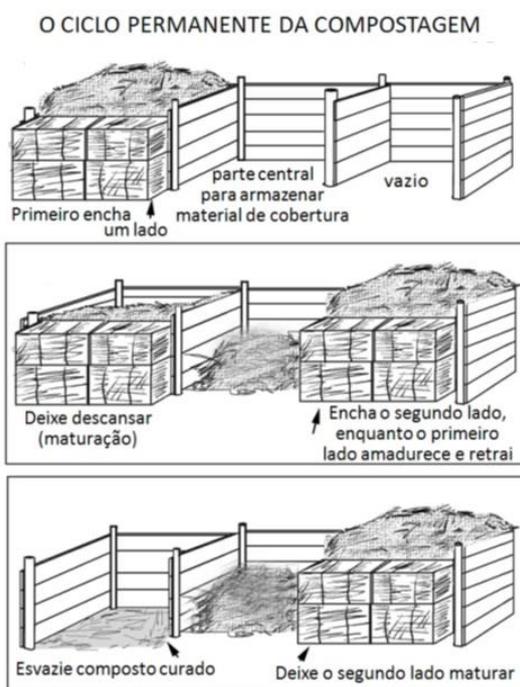


Figura 44 – Sistema de alternância das composteiras

Fonte: JENKINS, 2005

O novo material (*humanure*) deverá ser adicionado sempre na parte central da composteira, de forma que fique envolto por matéria orgânica. Após sua disposição no meio da pilha, o mesmo deverá ser coberto com nova matéria orgânica limpa. Vemos aqui uma repetição

do processo adotado no balde, apenas em uma escala maior. Com a adição de matéria orgânica nova no interior da pilha a mesma entrará no processo de compostagem termofílica nessa região, garantindo assim a eliminação de patógenos, como definidos na Tabela 3 e Quadro 6. Para o manejo exemplar da compostagem termofílica e destruição dos principais patógenos, é necessário atingir ao menos as temperaturas:

Tabela 3 – Temperatura e Tempo mínimo necessário para eliminação dos Patógenos

Temperatura (°C)	Tempo
65	Alguns minutos
62	1 hora
50	1 dia
46	1 semana
43	1 mês

Fonte: Elaboração Própria baseada em JENKINS, 2005

Quadro 6 - Sobrevivência dos principais patógenos quando expostos ao calor

## MORTE POR CALOR DE PARASITAS E PATÓGENOS COMUNS

### PATÓGENO

Ovos de *Ascaris lumbricoides*  
*Brucella abortus* ou *B. suis*  
*Corynebacterium diptheriae*  
 Cistos de *Entamoeba histolytica*  
*Escherichia coli*  
*Micrococcus pyogenes* var. *aureus*  
*Mycobacterium tuberculosis* var. *hominis*  
*Necator americanus*  
*Salmonella* spp.  
*Salmonella typhosa*  
*Shigella* spp.  
*Streptococcus pyogenes*  
*Taenia saginata*  
 Larvas de *Trichinella spiralis*

### MORTE POR CALOR

dentro de 1 h. acima de 50°C  
 dentro de 1 h. a 55°C  
 dentro de 45 min. a 55°C  
 dentro de poucos minutos a 45°C  
 1 hora a 55°C ou 15-20 min. a 60°C  
 dentro de 10 minutos a 50°C  
 dentro de 15 a 20 minutos a 66°C  
 dentro de 50 minutos a 45°C  
 dentro de 1 h. a 55°C, 15-20 min. a 60°C  
 não cresce acima de 46°C; morte em 30 min. a 55°C  
 dentro de uma hora a 55°C  
 dentro de 10 minutos a 54°C  
 dentro de poucos minutos a 55°C  
 morrem rapidamente a 55°C

Fonte: JENKINS, 2005

Tempo e temperatura são os dois principais fatores influenciadores da compostagem termofílica bem-sucedida. Atingida a temperatura ideal e/ou prolongada a compostagem por tempo suficiente, há a eliminação dos patógenos, pelo calor e atividade biológica ou por competição, antagonismo e consumo de substâncias inibidoras (produzidas no processo). É

importante frisar que não somente altas temperaturas garantirão o preparo do composto. Com intuito de desenvolver o húmus, certos organismos se apresentam como chave do processo. Minhocas, fungos, vermes e artrópodes serão os responsáveis por digerir as macromoléculas do composto, como: madeiras, folhas, etc. Razões pelas quais, a etapa de cura (maturação) do composto é crucial. Na Figura 45 pode-se ver a relação entre temperatura, tempo e zona de segurança quanto a patógenos.

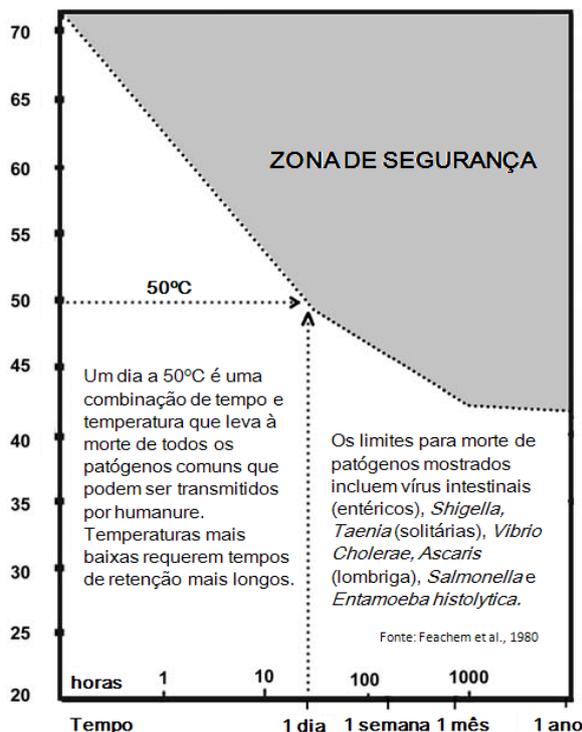


Figura 45 – Temperatura x tempo de exposição x zona de segurança

Fonte: JENKINS, 2005

Após a deposição da matéria orgânica do recipiente no interior da pilha, é preciso realizar a limpeza do mesmo. A utilização de água ou a combinação de água e sabão biodegradável é suficiente para tal. É recomendável o uso de uma mangueira ou torneira para enxaguar o recipiente. A água utilizada na lavagem deve ser despejada no interior da pilha de compostagem, evitando assim a contaminação do ambiente à sua volta. A adição de água na parte central da pilha é uma maneira de tratar esse resíduo, além de garantir a umidade necessária ao composto.

Apesar de se apresentar como uma formidável solução, pode-se citar três principais fatores limitantes ao banheiro seco proposto por Jenkins, são eles: transporte do humanure à

pilha de compostagem, manutenção de um suprimento de matéria orgânica para cobertura (serragem) e manutenção e manejo da pilha de composto.

A seguir será apresentada o Quadro 7, com as principais ações recomendadas para ele experiente discriminando as atitudes mais recomendadas nos procedimentos requeridos por Jenkins (2005):

*Quadro 7 - Principais recomendações para a Compostagem*

<b>RECOMENDADO</b>	
<b>Coletar urina, fezes, papel higiênico no mesmo recipiente. Garantia de nitrogênio ao composto</b>	<b>NÃO deposite matéria orgânica fétida no recipiente ou na pilha sem cobri-lo posteriormente.</b>
<b>Mantenha suprimento de matéria orgânica à disposição para cobertura da pilha e dos dejetos. Especialmente materiais grosseiros. Ex.: Folhas e Serragem</b>	<b>Deposite o humanure em uma depressão na parte central da pilha, e não nas beiradas. Não espere atividade termofílica até que haja uma quantidade suficiente de massa na pilha.</b>
<b>Adicione restos orgânicos de cozinha à pilha, sempre que possível, juntamente com o humanure</b>	<b>NÃO revirar a pilha de composto enquanto não estiver completa. Pode haver segregação da matéria e não garantia da etapa termofílica, pois o material “fresco” fica disperso.</b>
<b>Use um termômetro de composto para registrar as temperaturas e garantir a atividade termofílica.</b>	<b>NÃO permita que cães ou outros animais mexam na pilha de compostagem.</b>
<b>Mantenha a pilha de composto relativamente plana no topo. Garante absorção uniforme da água da chuva.</b>	<b>NÃO utilize o composto antes que ele tenha maturado por tempo suficiente.</b>

*Fonte: Elaboração Própria baseada em JENKINS, 2005*

## 3.3.2. Modelo MUDA

### 3.3.2.1. MUDA

O Grupo MUDA - Projeto Mutirão de Agroecologia foi formado em 2009 por iniciativa de alunos do curso de Engenharia Ambiental da UFRJ com o intuito de estudar as relações entre os processos agrícolas e as ações do cotidiano da população com o ambiente. São buscadas, desde então, soluções baseadas na ética e nos princípios da Permacultura e da Agroecologia, de modo a favorecer a consolidação de culturas sustentáveis num contexto de urbanização e preservação da natureza. (MUDA, 2013)

No início do projeto, em 2009, foi cedida pela Decania do CT e Prefeitura Universitária uma área de 1820 m<sup>2</sup>, o Laboratório Vivo de Agroecologia e Permacultura (La.V.A.Per), localizado no estacionamento do Centro de Tecnologia (CT/UFRJ) (Figura 46), para a realização de intervenções práticas. Desde então, o grupo vem implantando e manejando sistemas agroflorestais sucessionais, visando a recuperação ambiental e a produção agroecológica de alimentos. O projeto atua em três diferentes frentes complementares: sistemas agroflorestais, bioconstrução e saneamento ecológico. (MUDA, 2013). Durante esse capítulo iremos abordar a parte do La.V.A.Per que atua mais ativamente nas áreas de compostagem e banheiro seco.

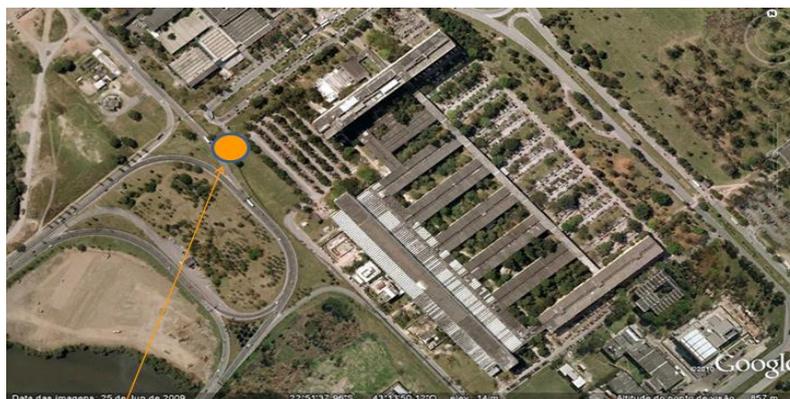


Figura 46 – Laboratório Vivo de Agroecologia e Permacultura- LaVAPer/CT UFRJ

Fonte: MUDA, 2013

O grupo se organiza por autogestão e liderança circular. Em resumo, as decisões, o planejamento e a execução das ações do projeto estão sob o controle de cada integrante e as tarefas são distribuídas a partir da demanda, aptidão e interesse individuais. Dessa forma, o líder situacional busca entender seu papel na construção coletiva, sendo cada membro igualmente

importante e responsável pelo projeto, o que engendra o sentimento de motivação e de cumplicidade. (MUDA, 2013)

Como já dito anteriormente, o presente trabalho dará atenção mais ao saneamento ecológico presente no La.V.A.Per. Assim, o funcionamento do banheiro seco e o processo de compostagem dos dejetos humanos que já ocorrem serão descritos a seguir na seção 3.3.2.2

### 3.3.2.2. Banheiro seco MUDA

O banheiro seco presente no MUDA utiliza um sistema muito similar ao indicado pelo livro *Humanure Handbook* (JENKINS, 2005). As diferenças encontradas no modelo do MUDA é a mistura na pilha de compostagem de dejetos humanos com resíduos orgânicos, para alcançar as temperaturas termofílicas. Além disso, há a presença de um mictório, que é destinado principalmente aos funcionários da segurança do estacionamento do CT, pois eles utilizam o banheiro apenas para urinar, gerando assim um aumento indesejado na umidade do composto. Dessa forma, como solução ao problema enfrentado, os integrantes do MUDA construíram um mictório, conectando-o diretamente a um círculo de bananeiras, mantendo assim a qualidade desejada do composto destinado a compostagem, conforme demonstrado na Figura 47.



Figura 47 – Banheiro Seco MUDA

Fonte: Foto tirada pelos autores na data 19/01/16

Como em todos os outros banheiros secos previamente citados, após cada utilização o usuário deve jogar uma quantidade de serragem equivalente a dois potes amarelos apresentados na Figura 47, de aproximadamente 0,8 litros, junto aos dejetos para que o processo ocorra adequadamente e não gere odor desagradável.

Segundo integrantes do MUDA, em média a cada uma ou duas semanas o balde enche e o material é despejado em duas diferentes composteiras fixas que realizam a compostagem aeróbica termofílica e realizam a mesma função (Figura 48). Dessa forma, após o despejo, os baldes são lavados com jatos de água e voltam a ser utilizados normalmente.



*Figura 48 – Composteiras utilizadas no MUDA*

*Fonte: MUDA, 2015*

As duas composteiras utilizam a tecnologia de compostagem aeróbica termofílica, na qual a compostagem só ocorre caso o processo de biodecomposição da matéria orgânica contenha oxigênio e calor, levando a temperaturas típicas de 50°C a 65°C, e picos que podem chegar a mais de 70°C. Como a qualidade e a velocidade da formação do composto final são determinadas pela ação de microorganismos termófilos, o controle da temperatura torna-se um dos parâmetros mais importantes no monitoramento de uma composteira termofílica. Assim, este processo sob essas condições específicas transformará os resíduos orgânicos em um material estabilizado semelhante ao húmus (MUDA, 2015).

Contudo, é importante ressaltar que o processo nem sempre foi realizado dessa forma. A experiência no La.V.A.Per. de destinação do composto iniciou-se com a compostagem aeróbica no sistema de leiras por estágio de decomposição. Mas, além do intenso manejo, esse sistema era um alvo fácil para ratos e outros animais que rotineiramente reviravam as camadas, fazendo com que o MUDA passasse a optar por construir uma estrutura fixa. Assim, a partir de uma parceria com o programa Recicla CT, os membros da equipe construíram as composteiras fixas utilizando pallets de madeira que já se encontravam no próprio estacionamento do CT,



Apesar de ter sido o primeiro país da América Latina e Caribe a tornar-se independente, atualmente é definido como o país mais pobre da região. Possui o pior IDH (0,471) do mundo, caso o continente africano seja desconsiderado, e amarga a posição 168 em um ranking de 185 países no mundo que é ordenado em ordem crescente de IDH. (WIKIPEDIA, 2015).

Além disso, em janeiro de 2010 um terremoto catastrófico atingiu o país, ajudando a agravar ainda mais a grave crise econômica e política que já se instaurava. O evento levou cerca de 300 mil haitianos à morte e deixou 800 mil desabrigados, gerando um custo de USD 9 bilhões nos últimos 5 anos, o que corresponde a aproximadamente 120% do PIB do país (WIKIPEDIA, 2015). Dessa forma, após esse evento lamentável, diversas ONGs se instalaram no Haiti para ajudar a reconstruir o país.

Dentre essas instituições, três delas ajudaram a criar um povoado chamado Santo Village, destinado aos haitianos desabrigados após o terremoto, que são as Architecture for Humanity, Habitat for Humanity e a GiveLove, como visto na Figura 50. A primeira desenhou a arquitetura da comunidade, a segunda construiu na prática Santo Village e a terceira instalou no povoado o sistema de banheiros secos que será apresentado nesse capítulo. (GIVELOVE, 2015)

Assim, em setembro de 2012, a ONG GiveLove construiu um dos maiores sistemas de banheiro seco do mundo, localizado na comunidade de Santo Village, em Léogane a 40 km da capital Porto Príncipe. (GIVELOVE, 2015)



*Figura 50 – Localização Geográfica Léogane*

*Fonte: GOOGLE MAPS, 2016*

### 3.3.3.2. Banheiro Seco GiveLove

O sistema de saneamento baseou-se na utilização do processo termofílico que já foi apresentado anteriormente, que demonstrou ser eficaz na eliminação de agentes patogênicos humanos ao atingir a temperatura mínima de 55° Celsius.

Nesse sistema, o banheiro é apenas um dispositivo de recolhimento. Sua finalidade é coletar urina e fezes, sem separá-las, em um recipiente à prova d'água, por exemplo um balde. Esse compartimento é então levado por algum membro da família que gerou o resíduo até uma central de composteiras onde é fornecido a ele um novo balde limpo para utilizações futuras. Assim, o resíduo trazido pela população será depositado em composteiras fixas já previamente construídas, onde passará pelo processo termofílico e se transformará em húmus.

Para esse sistema em Santo Village foi construído um modelo de vaso sanitários padrão, o qual é composto por uma caixa de madeira e um balde plástico de 20 litros. Como demonstrado nas Figuras 51 e 52, a caixa de madeira (H - 30cm, L- 45 cm, P - 53 cm) serve de assento para o usuário e o balde é disposto logo abaixo dela, sendo essa escolha feita pois o processo torna-se barato e o balde é facilmente transportado por uma única pessoa até a central de composteiras. (JENKINS, 2014)



*Figura 51 – Banheiro Seco GiveLove*

*Fonte: JENKINS, 2014*



*Figura 52 – Estrutura banheiro seco GiveLove*

*Fonte: JENKINS, 2014*

Na comunidade de Santo Village foram construídas duas centrais de composteiras, com 16 composteiras (Figura 53) de 9 m<sup>3</sup> cada , capazes de absorver a produção de resíduos de cerca de 270 casas ou 1350 pessoas, cada uma rodeada por arames farpados para impedir a entrada de vândalos.



*Figura 53 – Central de Composteiras GiveLove*

*Fonte: JENKINS, 2014*

No local também foi necessário construir uma infraestrutura para que a central fosse capaz de absorver todo o resíduo da comunidade. Assim, no terreno, foi feito um poço artesiano para captação de água visando a limpeza dos baldes, um galpão para armazenamento de

equipamentos e materiais, e um estaleiro de compostagem com acesso a caminhões que trazem o bagaço da cana-de-açúcar, doado por uma empresa açucareira da cidade de Léogane.

Dessa forma, a seguir serão detalhadas as dimensões do projeto (Quadro 8) para que fique claro como o sistema funciona e foi projetado. (JENKINS, 2014).

*Quadro 8 – Dados projeto GiveLove*

<b>Número de Famílias: 270 (média de 5 pessoas por domicílio) – 1350 pessoas;</b>
<b>Número de Composteiras: 32, feitas com pallets reciclados.</b>
<b>Dimensão Composteiras: 2.4 m x 3.2 m x 1.2 m com capacidade de acumular 10m<sup>3</sup>.</b>
<b>Área terreno: 290 m<sup>2</sup>, considerando 1,5 metros entre as composteiras.</b>
<b>Bagaço de Cana: 30 m<sup>3</sup> por mês fornecidos gratuitamente.</b>

*Fonte: JENKINS, 2014*

A coleta é realizada duas vezes por semana: terça-feira e quinta-feira, com uma média de 160 baldes por dia depositados, gerando cerca de 25 m<sup>3</sup> de material higiênico que será depositado nas composteiras.

O consumo médio de bagaço de cana por família é de aproximadamente 55 litros por mês, o que gera um volume mensal de 15 m<sup>3</sup>. Assim, a quantidade de bagaço consumida por todo o sistema, considerando todo o recobrimento da composteira, além do despejado no balde (15 m<sup>3</sup> - calculado anteriormente), é o dobro que as famílias utilizam, totalizando portanto 30 m<sup>3</sup>.

A equipe para gerir todo o sistema é composta por 5 pessoas e um líder que trabalham 4 horas por semana, totalizando com isso 24 horas de trabalho integral por semana da equipe. Todo o treinamento dessas pessoas durou 8 semanas para a compressão do sistema completo.

O tempo de maturação utilizado no processo era previsto para 12 meses, mas na prática acabou sendo utilizado 9 meses, gerando 62,5 m<sup>3</sup> de húmus para plantação ao ano.

Logo, como pôde-se observar, o projeto realizado pela ONG GiveLove se assemelha muito à realidade presente nas comunidades da ONG Teto, tendo enfoque em um projeto eficaz e de baixo custo. Além disso, o sistema de saneamento se encontra em operação há cerca de 4 anos, sem gerar nenhum tipo de odor e nem contaminação por patógenos, comprovando assim sua eficiência.

Assim, devido às características específicas mencionadas durante o capítulo, entende-se que esse é o modelo indicado pelo trabalho a ser implementado na comunidade Jardim Gramacho com objetivo de superar o problema de saneamento na região.

### 3.4. Análise Comparativa

Antes de ser analisado mais profundamente nos prós e contras de cada modelo de banheiro seco supracitados, é importante observar que existem dois possíveis formatos conceituais de operar os resíduos humanos. O primeiro formato de banheiro compostável parte do princípio de coleta e tratamento (compostagem) in loco, ou seja, não é necessário o manejo dos dejetos a curto prazo. O descarte do material compostado ocorre na recorrência de meses, como apresentado nos capítulos de Alves, 2009 e TECHO Ecuador. O segundo formato de banheiro seco estabelece o conceito de operacionalização dos resíduos, ou seja, no recipiente coletor não ocorre o tratamento (compostagem). É necessário o transporte do material coletado a uma área externa designada exclusivamente à compostagem, como demonstrado no capítulo de Jenkins, 2005.

Ao analisar a aplicabilidade dos dois formatos, verificaram-se as características gerais dos projetos e foram traçados os pontos mais relevantes.

O formato de compostagem in loco tem como principal aspecto positivo sua maior aceitação social. Isso se deve à não necessidade de manejo imediato das fezes e urinas (fecofobia – aversão aos próprios resíduos) se aproximando do modelo hidráulico que a sociedade estabelece como sendo o ideal. Não obstante, esse formato dispõe de uma série de limitações operacionais como: geração de odor desagradável, não garantia de eliminação de potenciais patógenos, elevado custo estrutural e de implementação. Os projetos não garantem a aeração da área de compostagem, acarretando a predominância da decomposição anaeróbia que resulta no refluxo de gases à base de enxofre, uma vez que a linha de escape das chaminés não é eficiente. A falta de aeração também representa um fator limitante ao desenvolvimento da compostagem termofílica, sendo assim, não há a garantia do extermínio dos patógenos. Além dos projetos anteriormente citados, Alves (2009) e TECHO Ecuador, verificamos outros modelos como: banheiro Bason e Caracol, também amplamente difundidos (Figura 54 e 55). Todos os projetos seguem um mesmo conceito e tentam estabelecer recorrentemente alternativas mais tecnológicas e inovadoras, resultando em um custo cada vez mais elevado e sem melhoras expressivas.



Figura 54 – Sistema de compostagem do banheiro Caracol

Fonte: AMATUZI et al., 2013

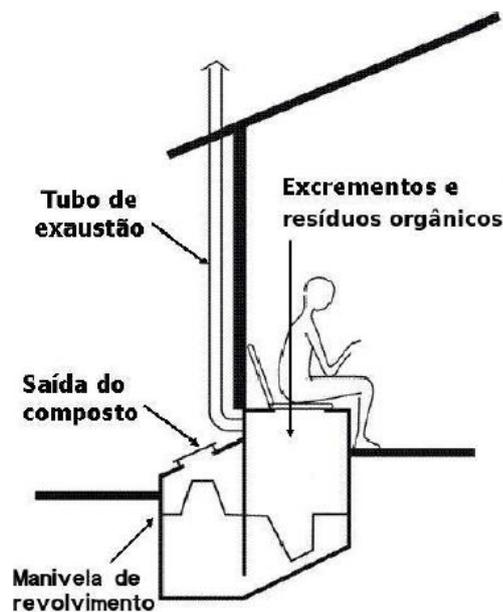


Figura 55 – Sistema de compostagem do banheiro Bason

Fonte AMATUZI et al., 2013

O formato de operacionalização da compostagem, como visto nos capítulos do MUDA e estudo de caso do Haiti, tem como principais fatores positivos: ausência de odor desagradável, eliminação de potenciais patógenos, simplicidade tecnológica e baixo custo de implementação. Como a compostagem ocorre em um ambiente externo garante-se a aeração da pilha de

composto e seu consequente tratamento termofílico. A não retenção dos resíduos in loco evita a decomposição anaeróbica, não havendo geração de odores e erradicando os patógenos. O sistema opera com recipientes de coleta simples (baldes) e estrutura de apoio (bacia sanitária e área de composteiras) construída com material de fácil acesso e custo reduzido, facilitando sua adoção. No entanto, os aspectos negativos que foram observados são: necessidade de participação do usuário na operacionalização do sistema, desconfiança com relação à presença de odores e aversão à retenção dos dejetos in situ. Apresenta-se o Quadro 9 com um comparativo resumido dos dois formatos.

*Quadro 9 – Comparativo Formatos In Loco e Operacional*

Aspectos	Formatos	
	<i>In Loco</i>	Operacional
Positivos	Similaridade com Modelo Hidráulico	Ausência de Odor
		Eliminação de Patógenos
		Simplicidade Tecnológica
		Baixo Custo
Negativos	Odor Desagradável	Necessidade de Operação
	Possível Permanência de Patógenos	Aversão à Retenção dos Dejetos
	Custo Elevado	Desconfiança dos Processos

*Fonte: Elaboração Própria*

Entende-se que o conceito de melhor solução é aquele que assegura a real melhoria sanitária da região aonde será aplicado o sistema. Dessa forma, estabelece-se que a saúde humana dos envolvidos e a destruição de patógenos são fatores primordiais para a escolha final do modelo indicado.

Portando conclui-se que o banheiro seco operacional é a opção mais alinhada com a nossa expectativa de proporcionar uma alternativa viável econômica e operacionalmente, desde a utilização do usuário até a destinação final da matéria orgânica. Acredita-se que as limitações supracitadas podem ser contornadas se for feito um esforço quanto a instrução e consequente adesão da população envolvida no projeto.

Outro fator que valida a escolha do modelo é a existência de dois projetos em atividade, já citados anteriormente, desenvolvidos pelo MUDA (UFRJ) e pela ONG GiveLove (Haiti). Ambos fornecem uma gama de informações valiosas, suficientes para estruturarmos nossa proposta. A partir dessas premissas irá se desenvolver o modelo de sistema para o estudo de caso na comunidade de Jardim Gramacho, considerando especificidades locais.

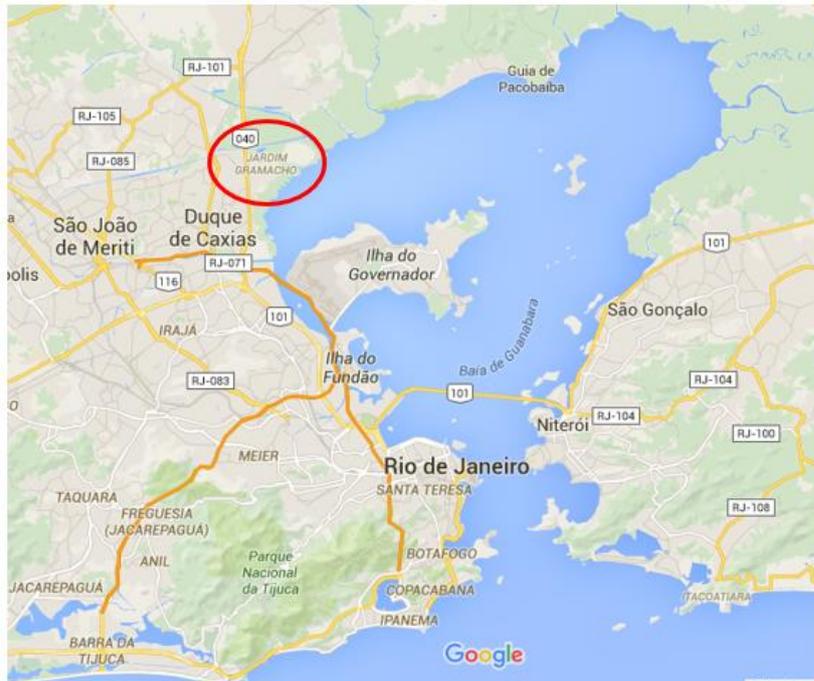
## **4. Estudo de caso: Jardim Gramacho**

### **4.1. Descrição**

O TETO se estabeleceu no Brasil em 2007, inicialmente no estado de São Paulo. Sua segunda sede no país veio em 2013 no Rio de Janeiro. Uma vez estabelecido no estado, começaram-se os diagnósticos comunitários, identificando ao redor da região metropolitana os assentamentos que se encontravam em situação mais emergencial. A primeira comunidade do estado Carioca foi Jardim Gramacho, bairro do município de Duque de Caxias, na Baixada Fluminense (TETO, 2013).

Jardim Gramacho é uma referência conhecida nacional e internacionalmente por ter sido o local do “Maior Lixão da América Latina” (PORTAL G1, 2015; TETO, 2013). O lixão de Jardim Gramacho foi aberto em 1978 em uma área de manguezal ladeada pelos rios Sarapuí e Iguaçu, localizada no fundo da Baía de Guanabara, e foi projetado inicialmente para receber um volume diário de 3 mil toneladas de resíduo durante 20 anos (PORTAL G1, 2013; TETO, 2013). Durante os 34 anos que permaneceu operando como destino de resíduos da capital carioca e região metropolitana – Rio de Janeiro, Duque de Caxias, São João de Meriti, Nilópolis, Queimados e Mesquita – foram depositados diariamente um volume de 9.5 mil toneladas de resíduo no lixão, que somente nos anos recentes veio a se tornar um aterro controlado (G1, 2015; G1, 2013; TETO, 2013). O impacto ambiental ao longo desse tempo é imensurável. O “slogan” atrelado ao lixão rendeu ao longo dos anos muita mídia em termos de reportagens, documentários e ações sócio culturais diversas. Em Junho de 2012, seguindo a determinação do Plano Nacional de Resíduos Sólidos - Lei nº 12.305/10 e vésperas da conferência da ONU RIO+20, o aterro de Jardim Gramacho teve suas atividades encerradas (MMA, 2010; G1, 2013).

Nas Figuras 56 e 57 pode-se verificar aonde se encontra a comunidade no Estado do Rio de Janeiro e o local se localiza o lixão citado anteriormente.



*Figura 56 - Localização do Aterro de Jardim Gramacho, proporção da Baía de Guanabara*

Fonte: GOOGLE MAPS, 2016



*Figura 57 - Foto aérea do Aterro de Jardim Gramacho, proporção do Bairro*

Fonte: GOOGLE MAPS, 2016

O fechamento do aterro representou, para grande parte da comunidade local, uma perda substancial do ponto de vista econômico, já que muitos moradores tinham o seu sustento baseado na coleta de resíduo reciclável. Desde sua abertura, houve a instalação local de diversas indústrias de reciclagem, supridas por cerca de 1.700 catadores (TETO, 2013). O fim das atividades no aterro veio atrelado a medidas compensatórias do Estado às cooperativas de



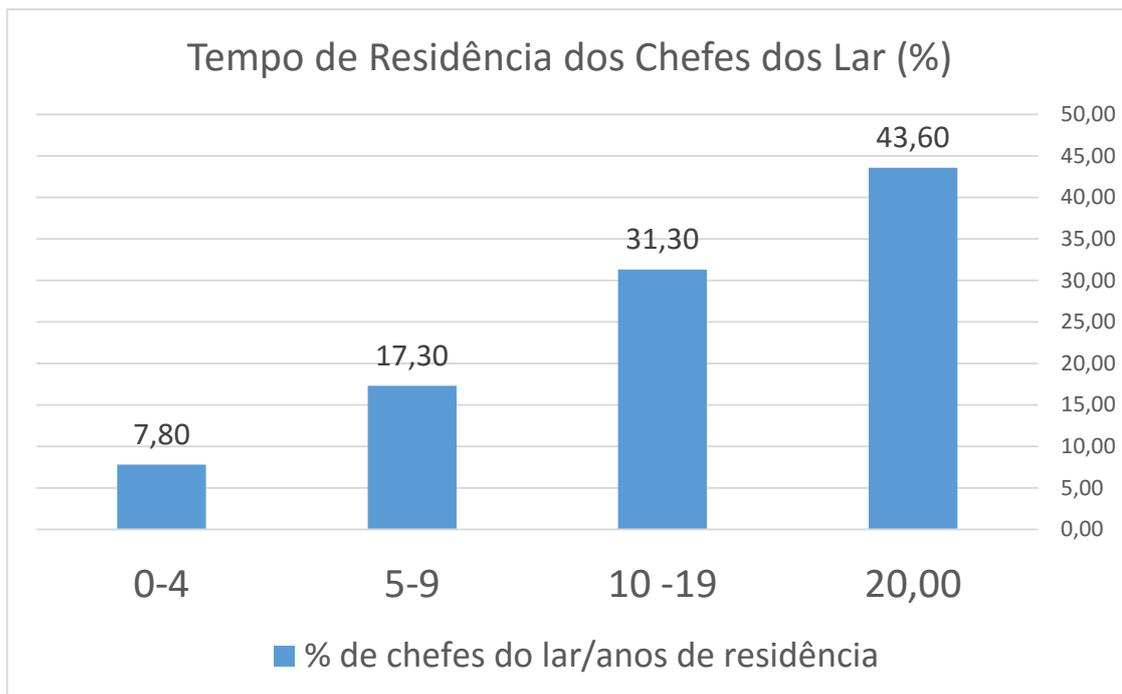
As 204 enquetes domiciliares representam a realidade de 652 pessoas (Figura 59), inicialmente cadastradas, composta por 13 módulos, entre os quais: dados da família, terreno, perfil da família, mapa de localização da moradia, características socioeconômicas da família, vulnerabilidade familiar, características da moradia, serviços básicos, informações sobre a comunidade, informações sobre a família, confiabilidade de informações e opinião e comentários do entrevistador. Neste questionário, as 62 perguntas foram respondidas pelo chefe do lar, sendo representativo aos demais membros da família (TETO, 2013). Serão apresentados a seguir apenas o conteúdo relevante ao presente estudo. Alguns dados comparativos se referem ao município de Duque de Caxias, município e Estado do Rio de Janeiro (IBGE, 2011).



*Figura 59 - Comunidade Jardim Gramacho*

Fonte: TETO, 2013

A identificação da trajetória de Jardim Gramacho como um assentamento estabelecido (Figura 60) juntamente com a implantação do Aterro de Gramacho se dá pelo tempo de residência dos moradores na comunidade, onde 43,6% dos chefes do lar vivem na comunidade há 20 anos ou mais (TETO, 2013).



*Figura 60 – Tempo de Residência do Chefes do Lar (%)*

*Fonte: Elaboração Própria baseado em TETO, 2013*

Outro fator frequente em comunidades carentes diz respeito à sua distribuição na pirâmide etária, costuma ter a predominância de população jovem. No caso de Jardim Gramacho não é diferente, cerca de 49% da população se encontra entre 5-24 anos (Figura 61). Além do gráfico comparativo, será apresentada a Tabela 4 com a razão de dependência e taxa de envelhecimento (%). A razão de dependência é medida pela razão entre o número de pessoas até 14 anos e com 65 anos ou mais, dividido pelo número de indivíduos com faixa etária entre 15-64 anos, considerados economicamente ativos (Tabela 4). Já a taxa de envelhecimento é a proporção entre os indivíduos com 65 anos ou mais e a população total (TETO, 2013).

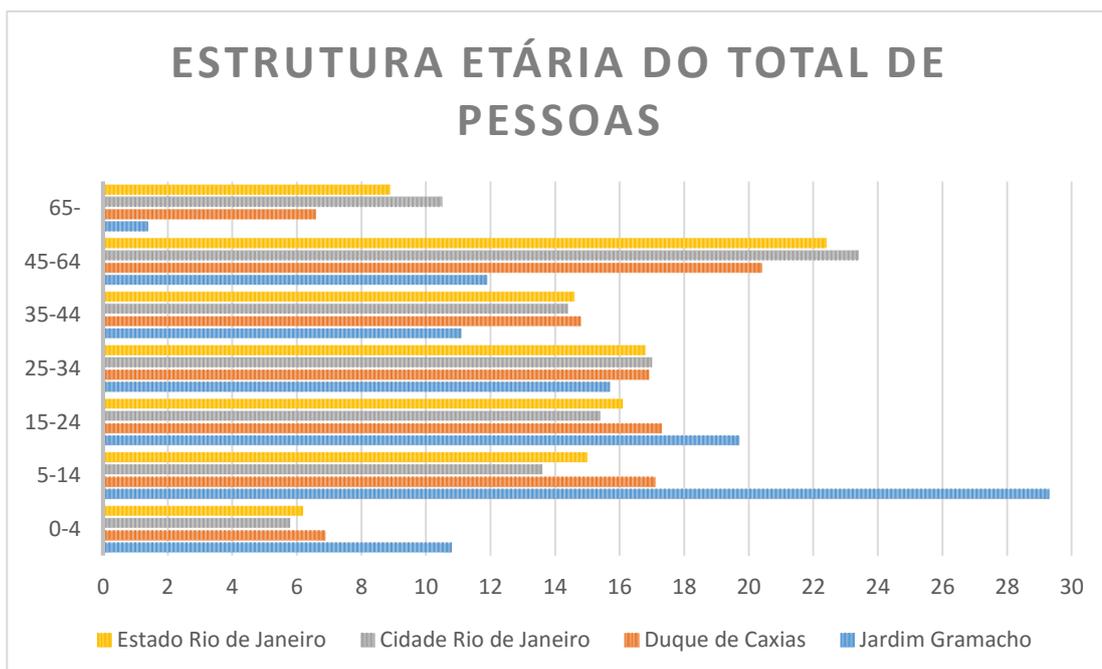


Figura 61 - Estrutura etária do total de pessoas

Fonte: Elaboração Própria baseado em TETO, 2013

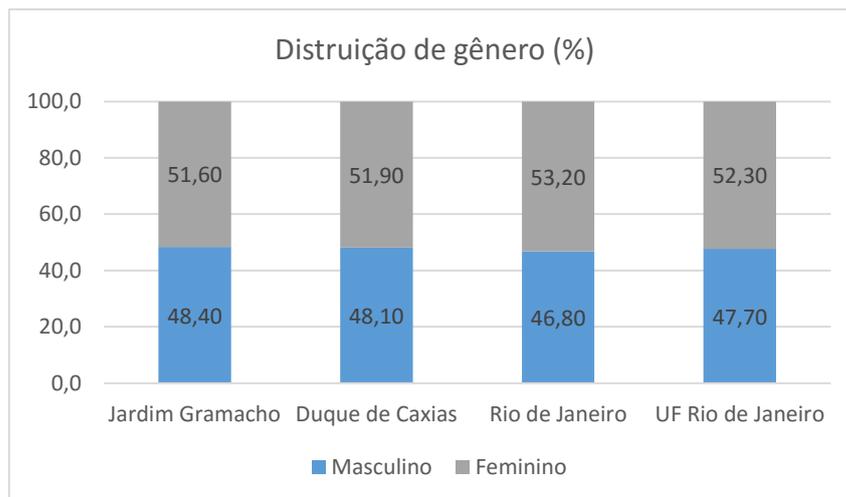
Tabela 4 - Razão de dependência e taxa de envelhecimento (%)

Razão de dependência (%) e Taxa de envelhecimento (%)  
 fonte: *enquete Brasil 2013 e IBGE*

	Jardim Gramacho	Duque de Caxias	Rio de Janeiro	UF - Rio de Janeiro
<b>Razão de dependência</b>	71.0	44.2	42.6	43.1
<b>Taxa de Envelhecimento</b>	1.4	6.6	10.5	8.9

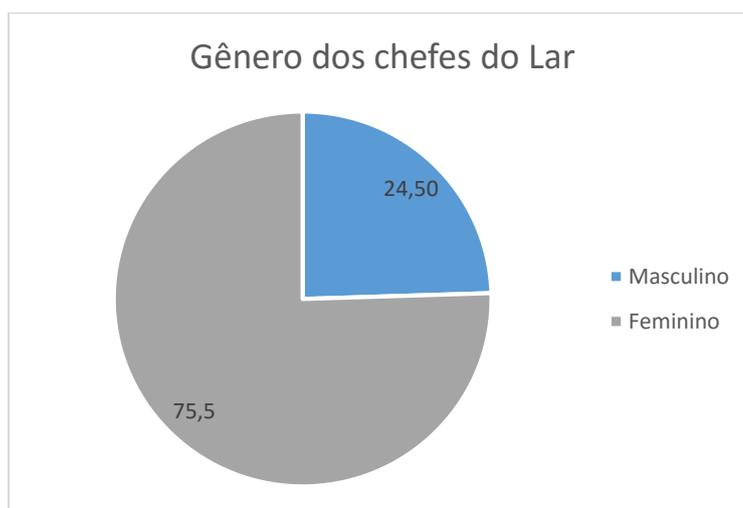
Fonte: TETO, 2013

Avaliando agora questões de gêneros, pode-se observar que há um equilíbrio na comunidade, sendo 48,4% homens e 51,6% mulheres (Figura 62). Com relação aos chefes do lar (Figura 63) há uma discrepância no número de mulheres identificadas como chefes do lar, 75,5%, sendo a 40,8% dos chefes do lar com idade 45-64 anos (Figura 64), entre homens e mulheres (TETO, 2013).



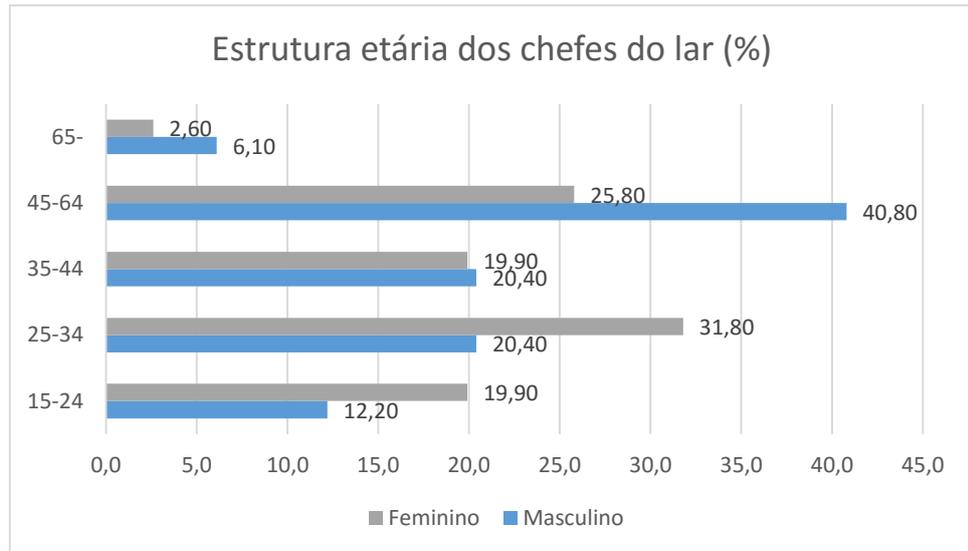
*Figura 62 – Distribuição de gênero (%)*

*Fonte: Elaboração Própria baseado em TETO, 2013*



*Figura 63 – Gênero dos chefes do lar*

*Fonte: Elaboração Própria baseado em TETO, 2013*



*Figura 64 - Estrutura etária dos chefes do lar*  
*Fonte: Elaboração Própria baseado em TETO, 2013*

Adentrando na questão da distribuição interna dessas moradias, foi visto que, em Jardim Gramacho, 46,2% das moradias detém mais de duas pessoas por cômodo e que em 70,7% dos casos há mais de um morador por cama (Tabela 5) (TETO, 2013).

*Tabela 5 – Densidade das casas por cômodo e camas (%)*

	Jardim Gramacho	Duque de Caxias	Rio de Janeiro	UF - Rio de Janeiro
<b>Pessoas &gt; 2 densidad Comodos</b>	46.2	39.9	28.1	30.3
<b>Pessoas &gt; 2 densidad Camas</b>	18.9	nd	nd	nd
<b>Pessoas &gt; 1 densidad Camas</b>	70.7	nd	nd	nd

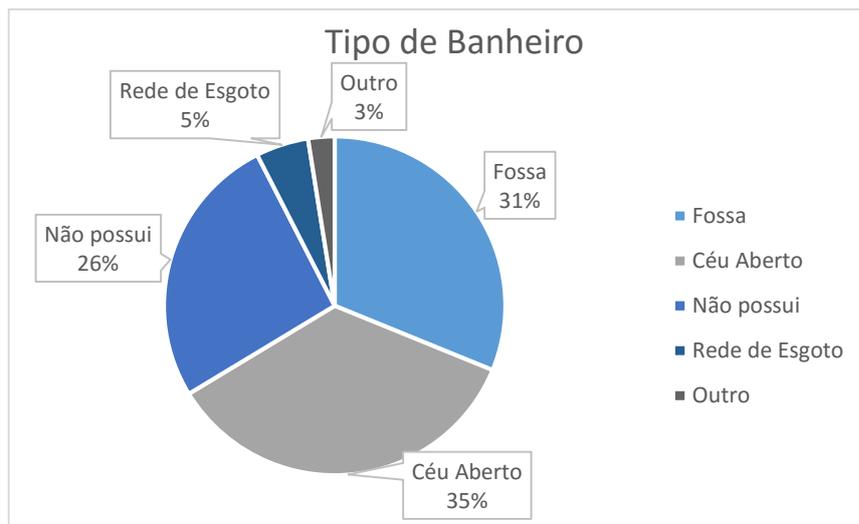
*Fonte: TETO, 2013*



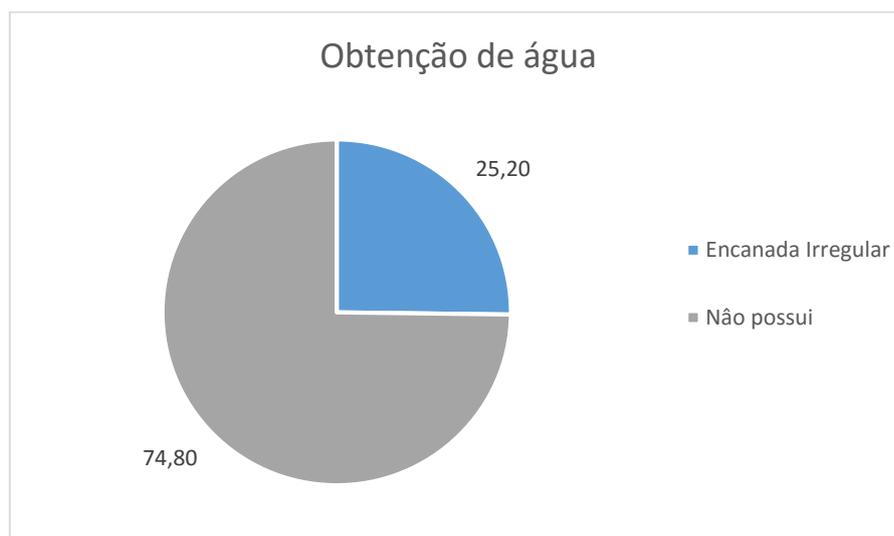
*Figura 65 – Moradia em Jardim Gramacho*

*Fonte: TETO, 2013*

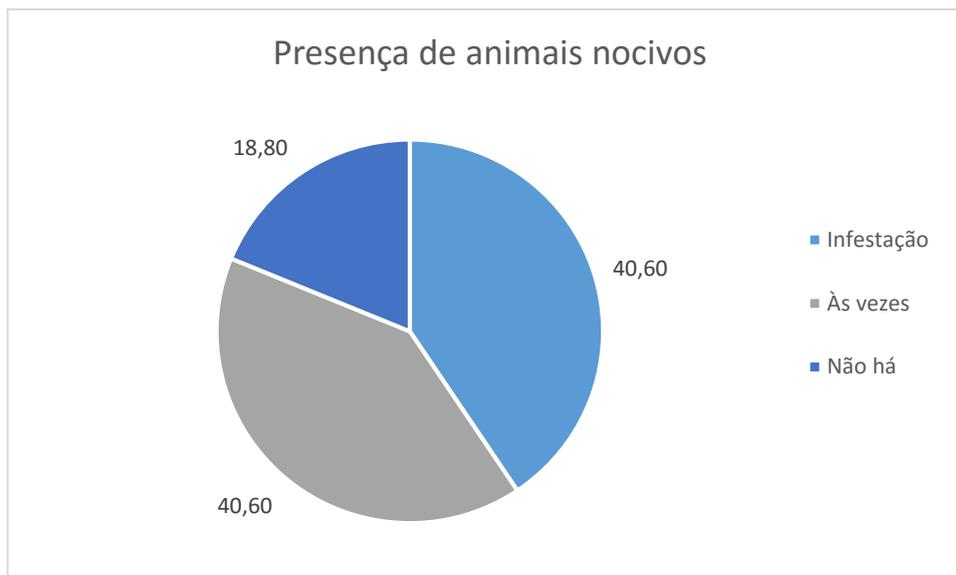
Uma vez analisado o estado geral das casas, foram avaliados dados específicos de saneamento, tema central do presente estudo. Não somente uma limitação no projeto das casas de emergência do TETO, o acesso ao banheiro e a disposição do esgoto é tema urgente em Jardim Gramacho. Foram 202 moradias avaliadas, sendo que 35,1% tem esgoto a céu aberto e 26,2% não possuem acesso a banheiro. Do restante, 31,2% possuem fossas e 5% apenas têm acesso à rede pública de esgoto. Mais da metade de Jardim Gramacho (61,3%) não possui acesso a banheiro ou dispõe seus resíduos em valões a céu aberto. Contribuem assim, juntamente com o acúmulo de lixo, para a proliferação de vetores. 81,2% dos entrevistados relataram a presença de animais nocivos em suas residências, seja esporádica ou por infestação. Outro fator que contribui não só para queda de qualidade de vida mas também para a escolha do presente estudo sobre o modelo de banheiro é a acessibilidade à água. 74,8% das moradias entrevistadas não possuem acesso à água encanada, e nos outros 25,2% a ligação é irregular (TETO, 2013). Todos os dados estão dispostos nas Figuras 66, 67 e 68:



*Figura 66 – Tipos de Banheiro nas moradias*  
*Fonte: Elaboração Própria baseado em TETO, 2013*



*Figura 67 – Obtenção de Água*  
*Fonte: Elaboração Própria baseado em TETO, 2013*



*Figura 68 - Presença de animais nocivos nas moradias*

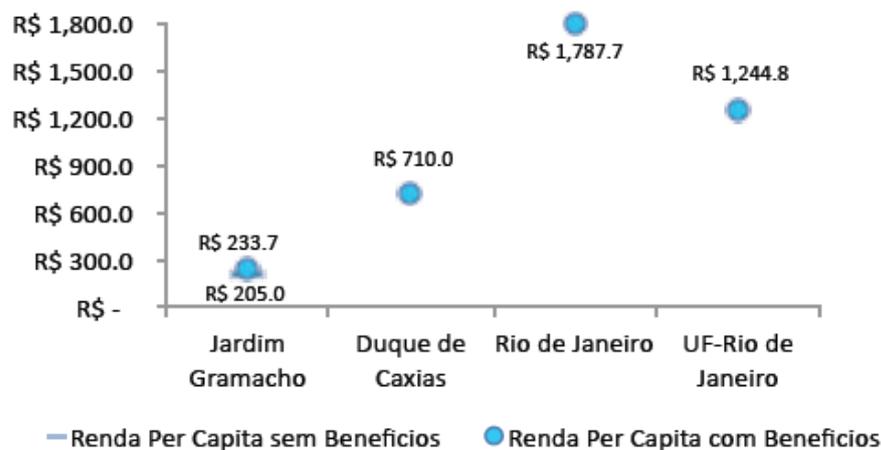
*Fonte: Elaboração Própria baseado em TETO, 2013*

Por fim, de maneira a contextualizar os dados expostos acima, verificou-se as condições de renda da comunidade. A renda é uma forma rápida e fácil de analisar o bem-estar geral, permitindo entender melhor o nível de vida e aspectos distributivos da população em foco. Toda pesquisa que analisa o rendimento mensal sofre com problemas em mensurar a renda por diversos fatores, em Jardim Gramacho a informalidade do trabalho e a falta de um salário recorrente dificultam as medições. Todas as medidas a seguir consideram unicamente as pessoas ou famílias que declararam ter uma renda total, com ou sem benefícios, maior que zero (TETO, 2013).

Os dados comparativos de Duque de Caxias, município e Estado do Rio de Janeiro, são do IBGE, agosto de 2010, e foram calculados seus reajustes para julho 2013, baseado no INPC (Índice Nacional de Preços do Consumidor) do IBGE para o período de referência, no valor de 19,77% (TETO, 2013; IBGE, 2011).

A renda per capita mensal de Jardim Gramacho corresponde a 1/3 de Duque de Caxias, 1/5 do Estado e 1/7 do município do Rio de Janeiro. Em 2013 o salário mínimo era de R\$ 678,00, aproximadamente 3 vezes a renda per capita mensal de Jardim Gramacho (PREVIDÊNCIA, 2016; TETO, 2013). Conforme pode ser observado na Figura 69.

**Renda per capita (R\$). n = 580**  
*fonte: enquete Brasil 2013 e IBGE*



*Figura 69 – Renda Per Capita*

*Fonte: Elaboração Própria baseado em TETO, 2013*

A Renda domiciliar per capita é a soma total da renda bruta no mês de todos na moradia, dividido pelo número de integrantes. Essa análise pode ser considerada mais realista do ponto de vista da composição do lar, por determinar como uma unidade a moradia (TETO, 2013). Conforme dados da Tabela 6.

Vale ressaltar dois pontos na distribuição dos valores:

- O percentual de indivíduos é cumulativo, uma vez que a categoria seguinte sempre engloba a categoria anterior.
- 83,8% dos indivíduos (sem benefício) da comunidade possuem renda per capita até  $\frac{1}{2}$  salário mínimo, com valor médio de R\$ 147,00 /indivíduo.

Tabela 6 – Renda domiciliar per capita

	Jardim Gramacho		Duque de Caxias		Rio de Janeiro	
	%	Valor Médio	%	Valor Médio	%	Valor Médio
<i>Sem Benefícios</i>						
% Indivíduos com Renda Domiciliar Per capita < R\$70	21.2	R\$ 32.8				
% Indivíduos com Renda Domiciliar Per capita < R\$140	49.5	R\$ 74.2				
% Indivíduos com Renda Domiciliar Per capita < 1/2 salário mínimo	83.8	R\$ 147.0				
<i>Com Benefícios</i>						
% Indivíduos com Renda Domiciliar Per capita < R\$70	9.8	R\$ 42.7	2.8	R\$ 41.9	1.3	R\$ 43.9
% Indivíduos com Renda Domiciliar Per capita < R\$140	39.3	R\$ 87.2	9.9	R\$ 107.8	5.0	R\$ 111.0
% Indivíduos com Renda Domiciliar Per capita < 1/2 salário mínimo	80.7	R\$ 165.1	28.4	R\$ 197.2	16.4	R\$ 205.9

Fonte: Elaboração Própria baseado em TETO, 2013

Pode-se verificar em todos os dados analisados, que a situação em Jardim Gramacho é de extrema vulnerabilidade social e econômica. Apesar de o TETO trabalhar ativamente na comunidade desde 2013, os déficits ainda são enormes e muito tem que ser feito. A intenção com o presente trabalho é viabilizar uma alternativa a falta de saneamento, que seja complementar ao trabalho do TETO, englobando propostas na construção de casas de emergência e na realização de projetos comunitários através das Mesas de Trabalho.

## 4.2. Caracterização

Após apresentação, discussão e validação em capítulos anteriores de diversas tecnologias de banheiro seco e compostagem associada, culmina-se na escolha da melhor opção que se enquadra no estudo de caso. A opção escolhida foi o modelo de banheiro do livro *Humanure Handbook*, de compostagem termofílica, por apresentar importantes características como baixo custo, simplicidade tecnológica e eliminação de patógenos, como melhor explicado anteriormente na seção 3.4.

Para a elaboração dessa etapa embasou-se não somente na teoria previamente abordada como também em conversas diretas com responsáveis por alguns projetos já em operação, de forma a apresentar valores e metodologias mais alinhadas com a realidade. Entre os projetos abordados citam-se: Santo Household Sanitation Project/ONG Give Love - Haiti - Alisa Keesey (GIVELOVE, 2016), Ciclo Orgânico e MUDA/Brasil - Lucas Chiabi e Tomé de Almeida, S.O.I.L – Sustainable Organic Integrated Livelihoods/Haiti - Nick Preneta - (SOIL, 2016), Compost-based Sanitation: Mekelle University (Etiópia) /ONG Give Love - Samuel Autran

(AUTRAN, 2016) e Fundación In Terris/Equador (Marcos Fioravanti) (FUNDACIÓN IN TERRIS, 2016).

#### 4.2.1. Dimensionamento

Inicialmente, para caracterização do projeto, o presente trabalho irá apresentar o dimensionamento das estruturas necessárias para atendimento de uma parcela da população local. Para a determinação do número de pessoas atendidas considerou-se o diagnóstico realizado previamente pelo TETO (2013), em que foram abordadas 204 famílias em enquetes com os respectivos chefes do lar. Esse levantamento cobriu um total de 652 pessoas, considerando todos os componentes das famílias, originando uma média de 3,2 pessoas/família. Portanto, para determinação da totalidade de famílias e banheiros a serem atendidos, considerou-se os seguintes aspectos (Quadro 10):

*Quadro 10 - Aspectos Considerados para Projeto*

<b>Aproximadamente 100 casas construídas até o presente momento pelo TETO em Jardim Gramacho</b>
<b>32 novas casas em média construídas anualmente pelo TETO em Jardim Gramacho</b>
<b>População não atendida pelo TETO porém que tenham interesse em participar do projeto</b>
<b>Será estabelecido 1 banheiro por família, pois este é o mínimo necessário e acredita-se que este é um espaço pessoal, devendo ser compartilhado apenas com familiares.</b>

*Fonte: Elaboração Própria*

Dessa forma, definiu-se como valor de projeto o total de 300 banheiros e/ou famílias, contemplando uma parcela de 960 pessoas (segundo a média familiar de 3,2 indivíduos/família). Acredita-se que a dimensão definida possibilita que o sistema tenha um universo de anos até que seja necessária uma expansão e/ou implementação de um sistema de saneamento.

De maneira a verificar a viabilidade de implementação do projeto, apresenta-se nas Tabelas 7 a 11, os principais valores quantitativos do mesmo, com a discussão de alguns parâmetros utilizados.

Tabela 7 – População Atendida

Valores	Categoria	Observações
3,2	Média pessoas/família	Considerando 1 banheiro/família
300	Banheiros Projetados	O Sistema será calculado com base neste valor
960	População Atendidas (expectativa)	-

Fonte: Elaboração Própria

Determina-se o valor médio de 5 baldes (19 litros cada) por família. Neste valor total de 1.500 baldes, contemplam-se os recipientes destinados ao banheiro seco e ao acúmulo de resíduo orgânico (resto de alimentos, sobras de legumes e verduras, etc.). Será realizado um sistema de rotatividade e parte dos recipientes ficarão na central de compostagem para as devidas trocas. Segundo dados da ONG GiveLove, o padrão de preenchimento dos baldes do banheiro seco é de 0,33 baldes/pessoa x semana, e são entregues na central, em média, com 2/3 do volume preenchido. Utilizou-se como medida de segurança uma média de 0,4 baldes/pessoa x semana e manteve-se o dado prático de preenchimento em 2/3 do volume.

De maneira a obter-se as temperaturas de termofilia e garantir um composto de qualidade, será necessário adicionar à pilha uma quantidade de resíduo orgânico e dejetos humanos na proporção de 1:1, ambos com serragem. Outra medida essencial ao processo, apresentada na Figura 70, é a de adição de matéria orgânica seca na proporção de 1:1:3 (Dejetos Humanos + Resíduos Orgânicos + Matéria orgânica seca) (AUTRAN, 2016). É importante definir que o comportamento desse material quando adicionado à pilha reduz consideravelmente de volume devido ao peso dos outros componentes (1/3), para utilização ele previamente deve ser picotado com um facão e além disso recorda-se que todos os baldes de dejetos humanos e resíduos orgânicos conterão serragem.

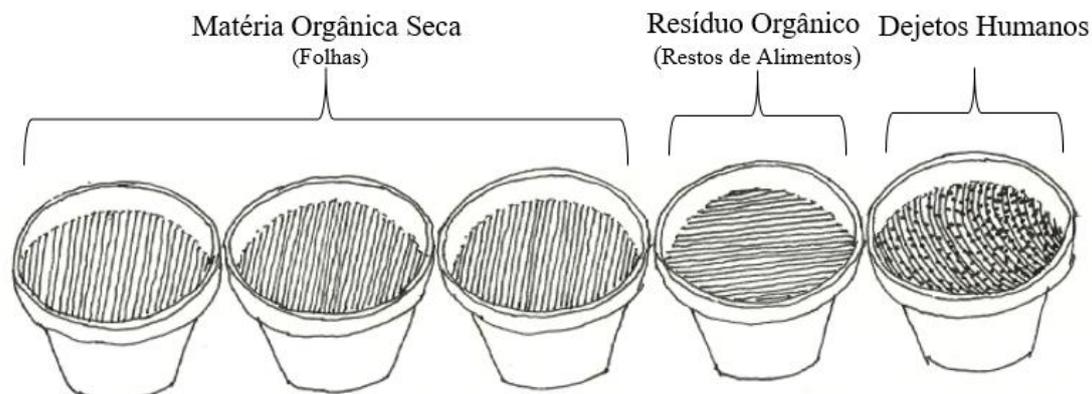


Figura 70 – Distribuição dos volumétrica dos materiais

Fonte: Elaboração Própria

O volume total de serragem para atender ao sistema por completo (banheiro + resíduos orgânicos) é de 32 m<sup>3</sup>/mês. Este número foi estipulado a partir de dados práticos dos projetos destacados, representando, em média, 80% do volume total do recipiente. Vale lembrar que, com a deposição de matéria orgânica, a serragem irá se adensar e também reduzirá de volume.

Essas informações estão melhores descritas na Tabela 8 e Figura 71 e 72, sendo essa última apenas os dados de fonte de carbono para o sistema.

Tabela 8 – Quantidade Total de Baldes e Matéria Orgânica Compostados

Valores	Categoria	Escala Temporal	Observações
<b>1.500</b>	Nº Total de Baldes a serem comprados	-	Média 5 baldes/família
<b>19</b>	Volume do Balde (Litros)	-	-
<b>0,4</b>	Baldes preenchidos/pessoa	Semana	Valor médio adotado pela ONG GIVELOVE. (2015)
<b>1.536</b>	Baldes Compostados (volume de Dejetos Humanos)	Mês	Expectativa. 0,4 baldes/pessoa x 960 pessoas x 4 semanas. Dejetos Humanos + Serragem
<b>1.536</b>	Baldes Compostados (volume de Resíduos Orgânicos)	Mês	Adotando a proporção 1:1 (MUDA, 2015). Resíduo Orgânico + Serragem
<b>3.072</b>	Baldes Compostados	Mês	19 Litros/Balde. Volume total = volume de resíduos orgânicos + volume de dejetos humanos + volume de serragem de ambos
<b>39</b>	Volume Total Coletado (m <sup>3</sup> )	Mês	Adotando preenchimento de 2/3 por balde. Vol. Total = Baldes compostados x Volume do balde x 2/3 (GIVELOVE, 2015)

32	Volume de Serragem (m <sup>3</sup> )	Mês	Adotando 80% do volume total coletado. Grau de adensamento de 50% (GIVELOVE, 2015).
58*	Volume de Matéria Orgânica Seca (m <sup>3</sup> ) Ex. folha seca	Mês	Adotando a proporção volumetria: 1 balde de dejetos humanos + serragem, 1 balde de resíduos orgânicos + serragem e 3 baldes de folhas secas (1:1:3) (AUTRAN, 2015).  *Material seco adensado, equivale: $1/3 \times 58 \cong 20 \text{ m}^3$ .
59	Volume Total Compostado (m <sup>3</sup> )	Mês	Matéria Orgânica Seca (adensado na pilha equivale a 1/3) + Material Coletado

Fonte: Elaboração Própria

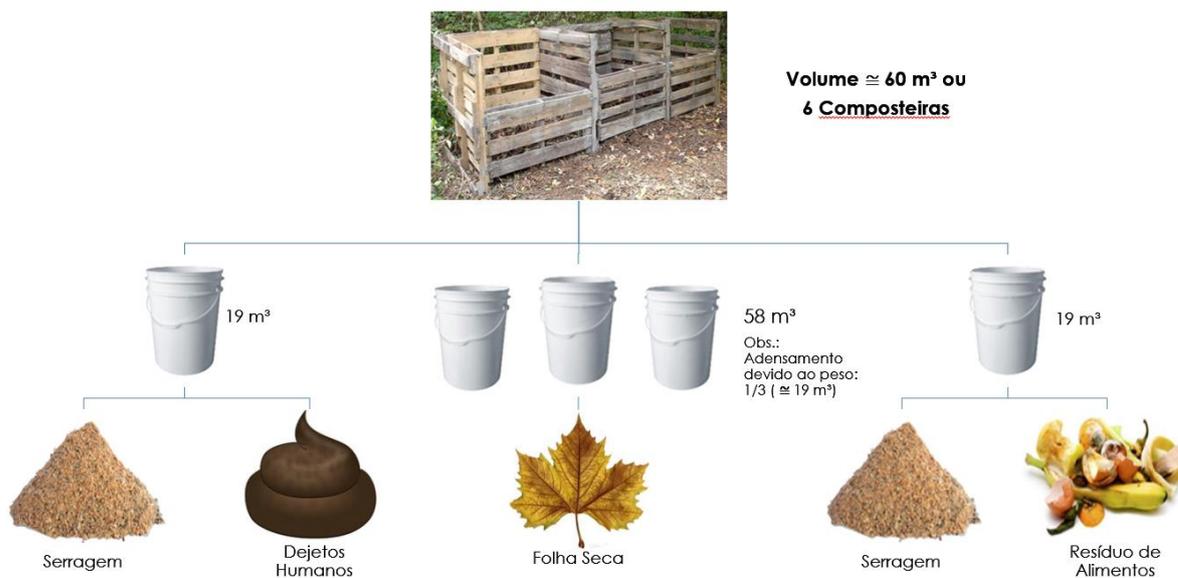


Figura 71 – Volume mensal compostado final

Fonte: Elaboração Própria

## Fonte de Carbono Mensal

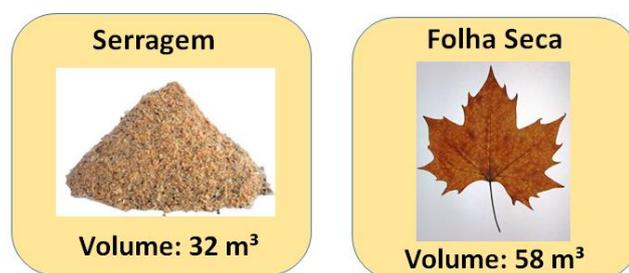


Figura 72 – Fontes de carbono do composto

Fonte: Elaboração Própria

O volume das composteiras se respalda em dados práticos e na altura máxima recomendada de 1.2m, que permite o manejo do composto sem maiores dificuldades. O volume total comportado por cada composteira completa se estabiliza em 10m<sup>3</sup> devido ao formato curvo do topo (centro) da pilha.

Possivelmente o parâmetro mais essencial da compostagem diz respeito ao tempo de detenção esperado. Como previamente abordado, a literatura especializada sugere que a partir de 4 meses qualquer presença de patógenos estará dizimada. Sendo garantida a compostagem termofílica ou não, possíveis patógenos não resistem nem mesmo nos cantos mais externos da pilha. Após esse período, é iniciada a fase de resfriamento e maturação com a quebra de macromoléculas. Estas etapas podem perdurar de 2 a 10 meses, após a termofilia. Adota-se um valor total de 9 meses, utilizado como tempo de detenção máxima pela ONG SOIL (2015), e também de acordo com as demais referências (Tabela 9).

Tabela 9 – Dimensionamento das Composteiras

Valores	Unidade	Observações
9,2	Volume das Composteiras (m <sup>3</sup> )	Dimensões: 2.4m x 3.2m x 1.2m (LxCxA). Corresponde as medidas dos Pallets (0,8x1,2m), na organização 3 unidades (largura) e 4 unidades (comprimento). Sendo 1,2m a altura da composteira
10	Capacidade Máxima da Composteira Cheia (m <sup>3</sup> )	Formato de pilha côncavo. Dados da ONG GIVELOVE (2015).

9	Tempo de compostagem (meses)	Valor considerando margem de segurança
---	------------------------------	--

Fonte: Elaboração Própria

Segundo as referências supracitadas, em um período de aproximadamente 6 meses, a pilha sofre em média uma retração de 40 a 70% do volume inicialmente fechado. Este dado é substancial quando considerado a quantidade total de composteiras. Adotando uma redução de 50%, pode-se remanejar metade do composto e assim otimizar sua distribuição. Esse processo é melhor elucidado na Figura 73.

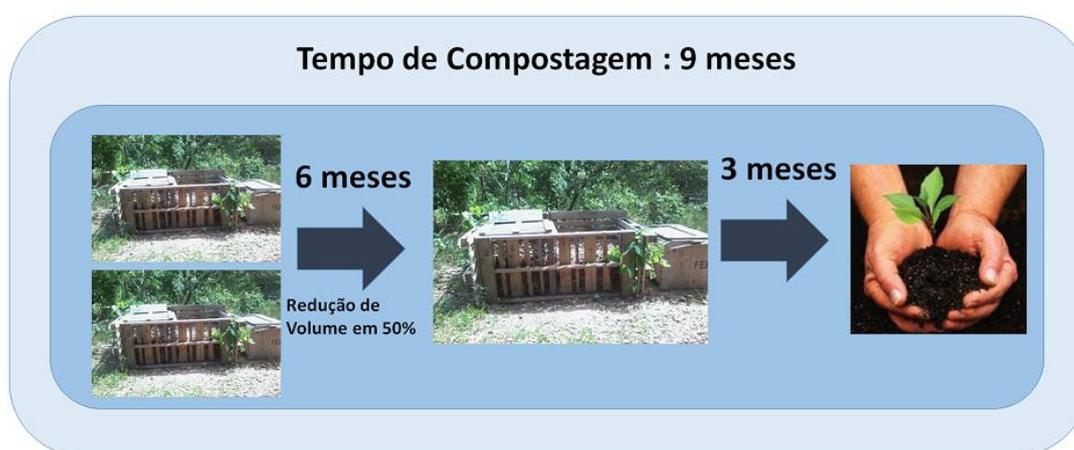


Figura 73 – Cronologia de compostagem

Fonte: Elaboração Própria

Completos os primeiros 6 meses de compostagem, tem-se cerca de 36 composteiras completas (arredondando 59 m<sup>3</sup> para 60 m<sup>3</sup>), porém ao fim desse mês, devido ao remanejamento, serão disponibilizadas 3 composteiras vazias. A partir do 9º mês o valor disponibilizado passa a ser de 6 composteiras (3 remanejo + 3 fim do processo), tornando o sistema autossustentável. Portanto deve-se ter no total de 45 composteiras, como explicado nas Tabelas 10 e 11. É importante ressaltar que para o projeto serão utilizadas 46 composteiras devido a margem de segurança e, dessa forma, serão duas centrais idênticas com 23 composteiras cada.

Tabela 10 – Distribuição de composteiras por mês

	1 mês	2 meses	3 meses	4 meses	5 meses	6 meses	7 meses	8 meses	9 meses	10 meses
Composteiras Geradas	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Composteiras Livres*	0	0	0	0	0	0	3	3	6	6
Composteiras Usadas	6	6	6	6	6	6	3	3	0	0
Total de Composteiras	6	12	18	24	30	36	39	42	45	45

Fonte: Elaboração Própria

Obs.:\* Composteiras Livres = Remanejo + Fim do Processo

Compreende-se que para a solução do problema com roedores e/ou outros organismos vetores, é necessário que as técnicas descritas na seção 4.2.3 sejam respeitadas à risca, não ocorrendo assim esta problemática.

Tabela 11 – Dimensionamento da área de compostagem

Valores	Unidades	Observações
46	Quantidade de Composteiras (Um.)	Adotando período de 9 meses e remanejo do composto após a redução de 50% no volume (6 meses)
7,7	Área da Composteira (m <sup>2</sup> )	Considerando a área mínima. Dimensões: 2,4m x 3,2m
354,2	Área Mínima Total das Composteiras (m <sup>2</sup> )	Nº composteiras x Área Mínima. Valor será alterado, uma vez estipulada o local exato
600	Área das centrais de compostagem (m <sup>2</sup> )	Serão divididos em 2 locais (23 composteiras cada). Dimensão padrão 20x30m, para alocação de todos elementos conforme seção 4.2.2

Fonte: Elaboração Própria

Outra forma de acelerar o processo e alcançar a temperatura termofílica mais rapidamente, é a instalação de uma tela de mosquiteiro dividindo a composteira ao meio, criando duas composteiras com comprimento de 1,6 m. Contudo, essa possibilidade não será considerada no presente trabalho, visto que se entende que não é essencial para a obtenção da

temperatura termofílica e o processo irá correr perfeitamente sem o procedimento destacado. É importante citar que muitas técnicas utilizam durante construção da composteira o revolvimento da mesma por uma tela de mosquiteiro para evitar acesso e reviramento por roedores, cães e outros vetores.

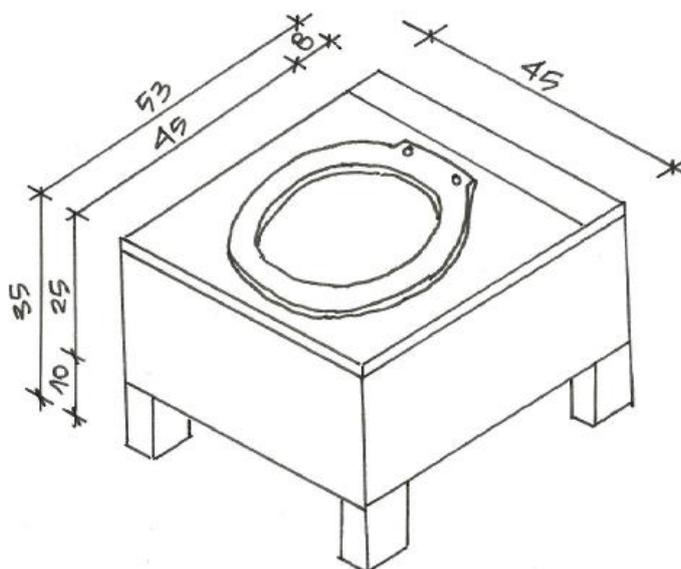
Uma dificuldade na implantação do projeto já explicada em outros capítulos, é a barreira cultural, onde o indivíduo está acostumado a utilizar sanitários hidráulicos. Outro entrave a ser encontrado é a fecofobia, na qual o usuário tem aversão ao próprio resíduo e tende a se manter distante dos seus dejetos. Esse comportamento se justifica na medida em que durante séculos, entendeu-se que os dejetos humanos deveriam ser afastados ao máximo de sua fonte para evitar contaminações (COSTA, 1994). Atualmente, com a compreensão de que a compostagem pode levar a recuperação desses dejetos e sua transformação em adubo no local gerado, percebe-se a possibilidade de uma melhor gestão de resíduos e maior aceitação popular da técnica.

Assim, por meio de conversas com alguns moradores durante uma das visitas de campo, notou-se quem na comunidade de Jardim Gramacho, esse problema provavelmente não atrapalhará o desenvolvimento do projeto. As necessidades por destinação adequada é um fator urgente no local e os moradores detêm essa consciência. Não obstante, sabe-se que o trabalho de educação e acompanhamento é essencial para a viabilidade do projeto. Acredita-se, que com palestras de ensinamento do processo de compostagem, curso para pessoas mais interessadas no tema e educação sanitária/ambiental, elaboração de horta, jardinagem e replantio com a utilização do composto gerado, é possível vencer a barreira cultural, sem ameaçar o desenvolvimento do projeto na prática.

#### **4.2.2. Modelo e Estrutura**

Nesta seção, será definido em termos de projeto, o modelo de banheiro seco e áreas de compostagem, alinhado com a proposta de trabalho do TETO e a estrutura encontrada em Jardim Gramacho.

Como estipulado anteriormente, o modelo de banheiro seco é baseado no sistema do *Humanure Handbook*, com dimensões de 53cm x 45cm x 30cm (CxLxA). Contudo, há uma diferença entre a realidade do projeto e do *Humanure Handbook*, pois, em Jardim Gramacho, o balde terá 35 cm, visto que foi o modelo encontrado no mercado, ao invés de 30 cm. Logo, as dimensões do banheiro indicados pelo projeto serão 53cm x 45cm x 35cm (CxLxA), conforme Figura 74 e no apêndice A.



*Figura 74 – Perspectiva Bacia Sanitária*

*Fonte: Elaboração Própria*

A maior preocupação no momento de formulação do projeto, foi definir um modelo que fosse aplicável ao TETO, sem necessidade de grandes alterações no projeto original da casa. Porém, antes de adentrar no tema, é importante definir dois conceitos: Modelos de Casa do TETO e Atuais Alternativas de Banheiro.

O TETO possui 4 possíveis modelos de casa que são divididos em: Casa Grande ou Pequena, Casa tipo 6 ou tipo 3. Todas as casas possuem largura de 3 metros e fundação de 15 pilotis. A diferenciação entre Grande e Pequena diz respeito ao comprimento da casa, 6,10 m ou 4,90 m, respectivamente. A casa tipo 6 ou 3 define em qual parede ficará a porta de entrada. Na casa tipo 6 a porta é disposta na maior lateral da casa, enquanto na casa tipo 3 na menor lateral. Com esses 4 possíveis modelos, a ONG TETO consegue se adequar às características da maior parte dos terrenos em que trabalha.

Atualmente é comum que, após o mutirão de construção, a maioria das casas do TETO sofram modificações realizadas pelos próprios moradores. A maior parte dessas alterações têm como intenção solucionar a problemática do banheiro. Em geral é aberta parcial ou integralmente uma das paredes da casa, e assim criado um espaço adjacente para localização do mesmo. Esse ambiente é então fechado e ali são alocados o vaso e uma área para banho. Os

resíduos gerados são transportados por meio de ligações de canos de PVC para valões ou é utilizado um sistema de sumidouro.

O trabalho propõe como modelo quatro alternativas para implementação de uma cabine de banheiro seco dentro da área da casa. Foram analisadas diferentes combinações e alternativas para área e tamanho da cabine. As escolhas visam fornecer uma cabine com dimensões confortáveis para o morador, 1,72m x 1,00m (CxL), de forma a alocar bem o assento sanitário, saco com serragem e o usuário. Além de estarem localizadas próximo às janelas, proporcionando boa circulação de ar. Vale destacar que as escolhas aqui descritas não são mandatórias, cabendo ao morador definir o local interno ou externo (este ficando a seu encargo) mais agradável ao seu uso. No apêndice A apresentam-se todas as plantas para cada modelo de casa possível do TETO. Contudo, a Figura 75 ilustra o tipo de casa mais comum em Jardim Gramacho, casa grande tipo 6, além da planta baixa do banheiro seco na Figura 76.

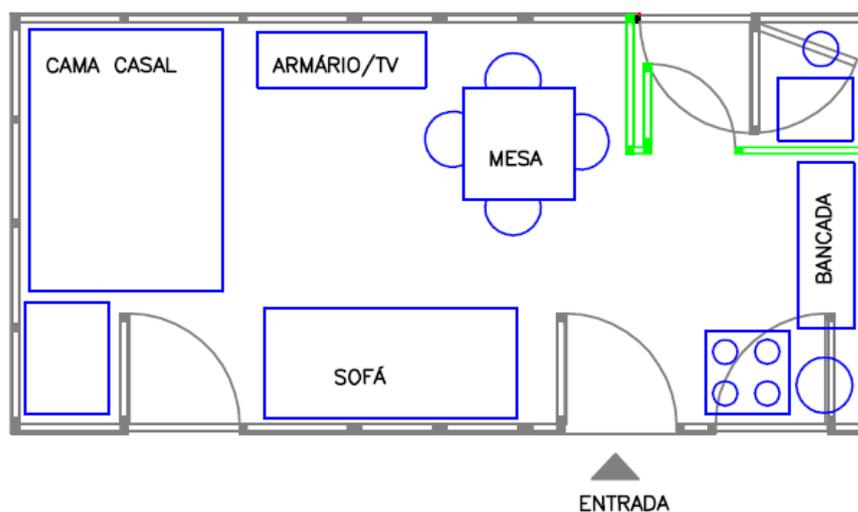
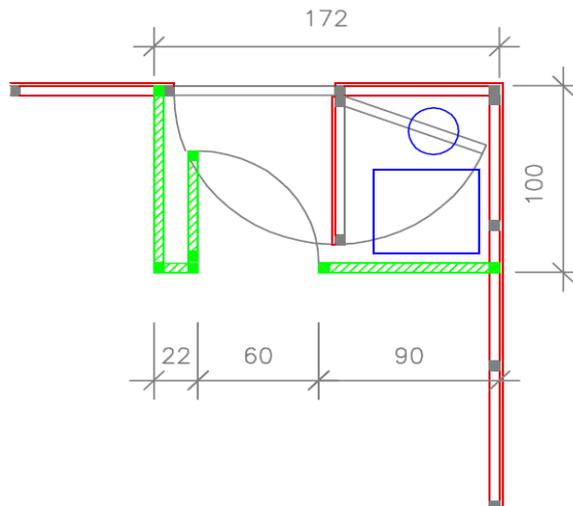


Figura 75 – Planta da Casa Grande Tipo 6

Fonte: Elaboração Própria. Escala 1:50.



## PLANTA BAIXA

*Figura 76 – Planta Baixa Banheiro Seco*

*Fonte: Elaboração Própria. Escala 1:25.*

No banheiro, a estrutura do assento assim como as paredes serão feitas de madeira. Ao lado do assento será colocado o saco de rafia (sacola de material trançado. Ex. saco de batatas) contendo a serragem. De forma a facilitar o processo de construção e acesso aos materiais, foi estudada a possibilidade de as paredes da cabine serem feitas com um painel extra, nos mesmo moldes já solicitados na construção de casas, facilitando dessa forma a implementação. O painel utilizado deverá conter uma porta (tipo de painel –“quadrado”; casa - tipo 3), porém não haverá janela. A adaptação do painel para ser parede das cabines, ocorrerá através de medidas pré-determinadas, 1,72m x 1,00m (contendo porta), sendo possível encaixar na estrutura interna, dentro da casa. Assim, com a utilização de um modelo de painel já existente e fornecido à ONG TETO, acredita-se que a implementação será facilitada, sem a necessidade de buscar novos fornecedores e desenvolvimento de painéis.

A estruturas das áreas de compostagem deverão ser construídas para comportar as 46 composteiras, segundo o item de implementação, além de todos os equipamentos necessários para o funcionamento do processo.

Durante a visita à comunidade de Jardim Gramacho verificou-se que, devido as dimensões do bairro, é imprescindível dividir a compostagem em duas áreas com 23 composteiras cada. Assim, os sítios ficam melhor distribuídos, próximo aos usuários, e conseqüentemente aumentam a aceitabilidade do projeto.

Os locais aonde serão construídas as centrais de compostagem podem ser observados nas Figuras 77, 78 e 79. Estes terrenos foram escolhidos com base em suas dimensões, que

devem possuir área de aproximadamente 600 m<sup>2</sup>, conforme explicação abaixo, e indicação da população local por se tratarem de terras inutilizadas e sem apropriação.

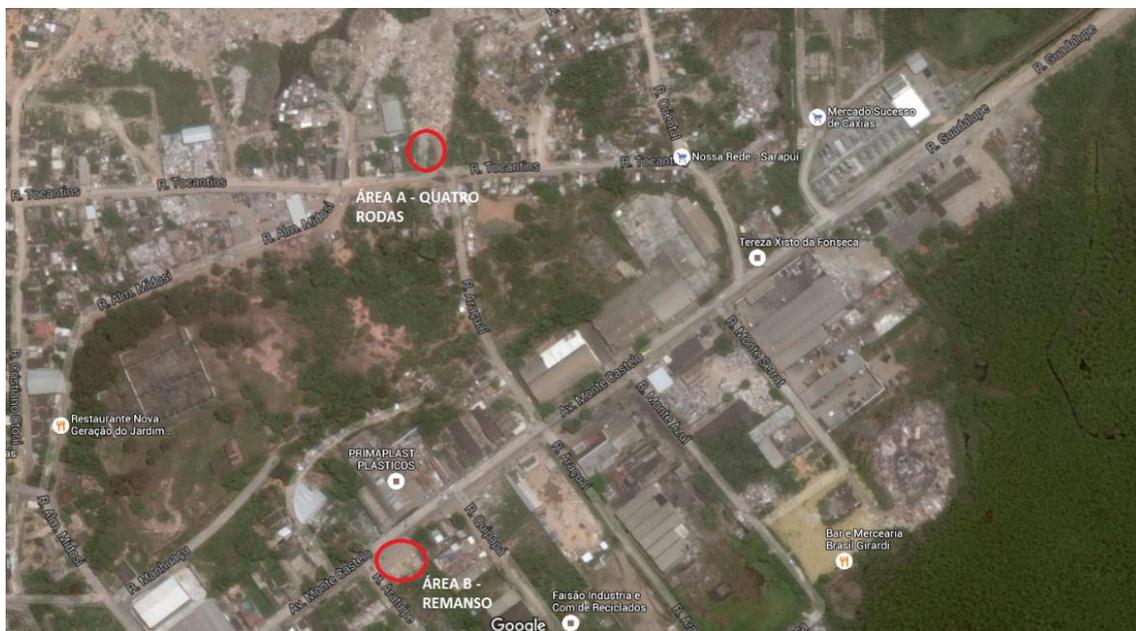


Figura 77- Localização Geográfica Centrais de Composteiras

Fonte: GOOGLE MAPS, 2016



Figura 78 – Localização Geográfica Área A- Quatro Rodas

Fonte: GOOGLE MAPS, 2016.



*Figura 79 - Localização Geográfica Área B- Remanso*

*Fonte: GOOGLE MAPS, 2016.*

A área A é destinada principalmente aos moradores de Quatro Rodas, com entrada virada para a Rua Tocantins. Já a área B é destinada aos moradores do Remanso, com entrada para a Rua Aratuípe.

Além da localização espacial dos terrenos, na Figura 80 e 81 são demonstradas como atualmente se encontram os locais indicados para a construção das centrais.



*Figura 80 – Terreno Área A – Quatro Rodas*

*Fonte: Foto tirada pelos autores na data 12/02/2016*



*Figura 81 – Terreno Área B – Remanso*

*Fonte: Foto tirada pelos autores na data 12/02/2016*

Acredita-se que as possíveis destinações para o adubo gerado pela compostagem são horta, jardinagem ou plantio de árvores frutíferas. É importante mencionar que caso não se verifique em laboratório a qualidade final, quanto a presença de patógenos, não se recomenda utilizar em hortaliças e sim em árvores frutíferas. Entretanto, não se determinou a destinação prioritária para o mesmo, pois entende-se que tal demanda cabe a comunidade definir. Não obstante, a determinação de uma área de horta comunitária não apresenta maiores dificuldades, seja pelo espaço necessário ou conhecimento técnico já presente na ONG TETO, visto que foram implementados em outras comunidades.

Sendo assim, não será desenvolvida no presente trabalho a definição de uma estrutura para horta, ou alocação prioritária do adubo. Entende-se que a destinação mais adequada do ponto vista de utilidade e segurança alimentar seja a disposição dos adubos no cultivo de árvores frutíferas (Ex.: Bananeiras, Mamoeiros e Laranjeiras).

Além disso, como mencionado anteriormente, as duas centrais serão idênticas em número de composteiras e equipamentos necessários. Dessa forma, a Figura 82 apresenta, as áreas de compostagem, que deverão ser construídas nas duas diferentes localidades: Remanso e Quatro Rodas.

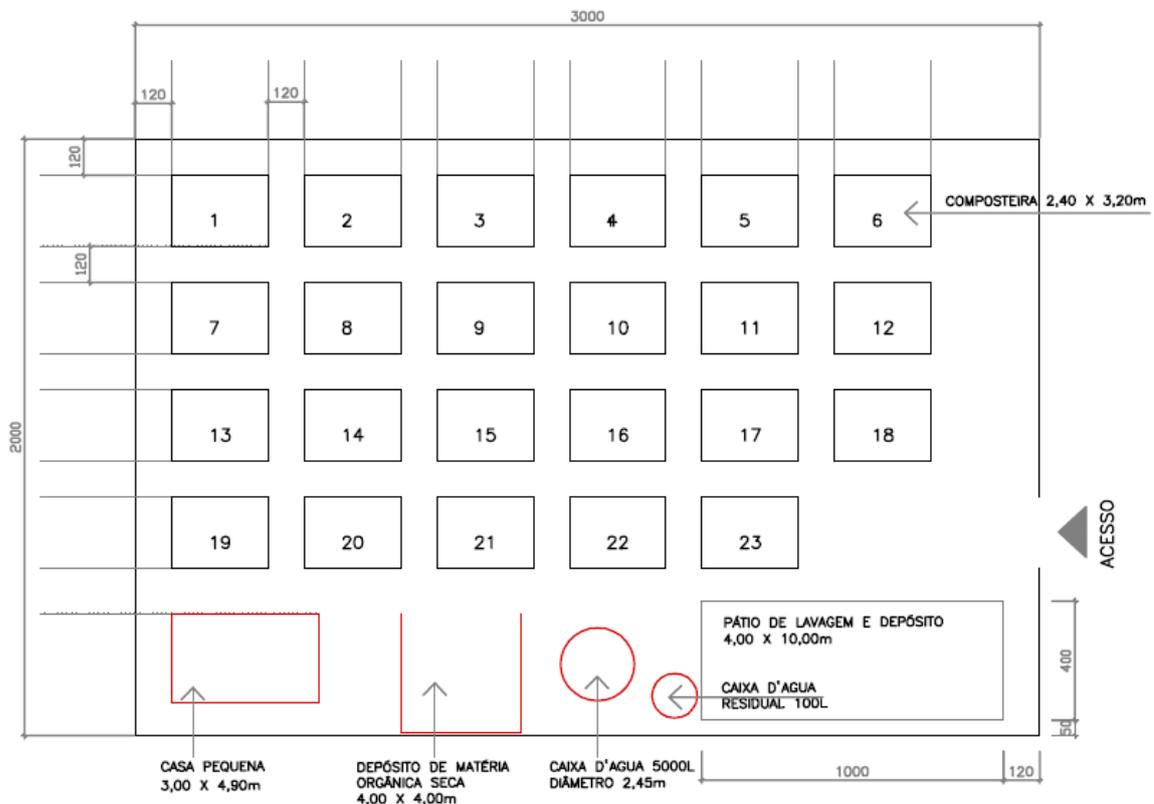


Figura 82- Central de Composteiras

Fonte: Elaboração Própria

Como se pode observar, cada terreno deverá possuir 600 m<sup>2</sup> de área e é composto por diferentes espaços, com funções específicas:

- Composteiras: 23 composteiras, 2,4 m x 3,2 m (CxL) cada, 3 x 4 pallets respectivamente, com distanciamento de 1,2 m para a circulação dos operadores com os baldes. Cada pallet possui 1,2 m x 0,8 m (CxL). O maior lado será colocado no sentido da altura. As laterais são múltiplos da largura de 0,8 m.
- Casa Pequena: dimensão de 3 m x 4,9 m (LxC) – Tipo 6. Local destinado ao armazenamento da serragem e de todos os equipamentos necessários para o processo. Metade da casa será ocupada pela serragem e a outra metade serão guardadas e organizadas as ferramentas.
- Depósito de Matéria Orgânica: dimensão de 4 m x 4 m x 1,8m (LxCxA). Local destinado ao armazenamento das folhas secas, presentes na comunidade. Serão utilizadas peças de compensado para compor as paredes, sendo presas as estacas que

darão o suporte para o telhado, conforme Figura 83. No telhado serão instaladas calhas para captação de água da chuva.

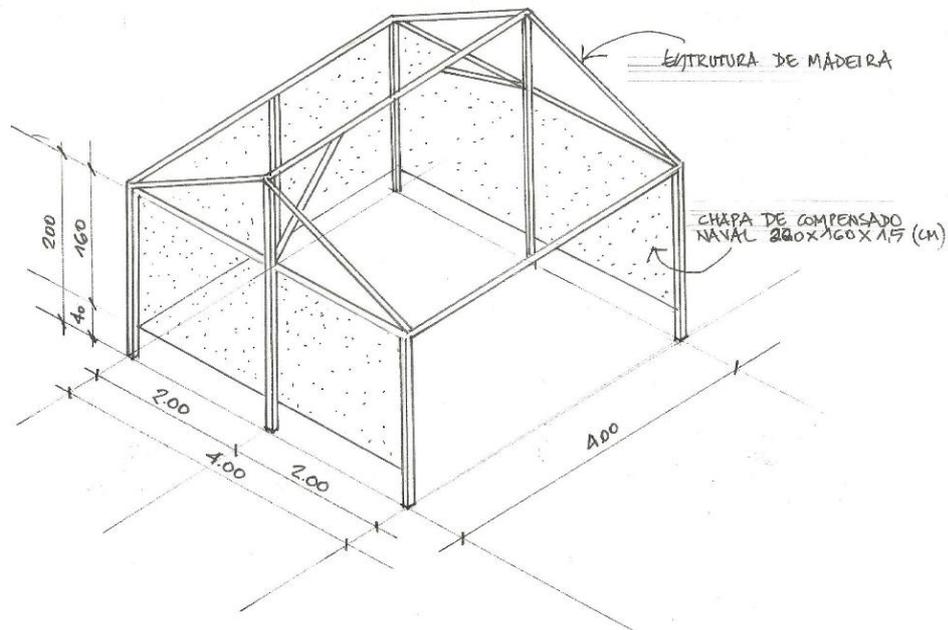


Figura 83 – Depósito de Matéria Orgânica

Fonte: Elaboração Própria

- Caixa de Água de 5000L: tem por finalidade armazenar a água limpa que será utilizada para a higienização dos baldes. Esta será preenchida todo mês via caminhão pipa.
- Caixa de Água de 100L: tem por finalidade armazenar a água residuária advinda da lavagem dos baldes e será despejada nas composteiras.
- Pátio de Lavagem e Depósito: local destinado à limpeza e depósito dos baldes para secagem.

Portanto, as centrais de composteira devem ser construídas, respeitando as características dos terrenos, mas também levando em consideração os atributos necessários para o funcionamento correto do sistema.

### 4.2.3. Operação

Neste item será descrito todo processo de operação necessário para o bom funcionamento do sistema. Serão considerados os valores previamente enunciados nos itens de implementação, modelo e estruturas. Vale ressaltar que, como toda operação de um sistema de

saneamento, há variações que podem vir a surgir na prática, dessa forma esse item objetiva descrever as atividades e comportamentos da forma mais alinhada possível com o comportamento real observado em outros estudos.

Todo processo de operação de um sistema necessita de pessoas compromissadas com a manutenção da qualidade do processo. Portanto, levando em consideração a magnitude do projeto descrito é indicada a contratação de dois funcionários que irão desenvolver os papéis de operadores do sistema, nas duas áreas de compostagem. É de suma importância que estes tenham dedicação exclusiva, sejam da comunidade, tenham bom relacionamento com os moradores e com isso desenvolvam do projeto sua profissão, sendo devidamente assalariados pela atividade. Além disso, os operadores deverão ter disposição e comprometimento para aprender sobre o processo de compostagem, de forma a desenvolver um serviço de excelência.

Os valores descritos abaixo se originam da consideração de uma distribuição uniforme e igualitária do processo. Portanto, variações comportamentais como picos sazonais na geração de resíduos ou distribuições preferenciais das áreas de compostagem onde serão entregues os baldes, não serão contabilizadas.

Os operadores irão trabalhar integralmente no processo. Foi estipulado que cada área de compostagem terá dois dias de entrega e coleta do resíduo por semana. A área A (Quatro Rodas) estará aberta para entrega nas terças-feiras e sábados pela tarde (13-18h) e manhã (7-11h), respectivamente. Já a área B (Remanso) estará aberta para entrega nas segundas e quintas-feiras também pela manhã e tarde, nos mesmos horários, respectivamente. Dessa forma, os operadores terão as quartas-feiras livres e as sextas-feiras para organização geral das duas áreas de composteiras. A coleta será realizada com a utilização do carrinho de mão, nos mesmos horários da entrega, por um dos operadores, para pessoas idosas ou com dificuldade de locomoção, visto que o transporte do balde não é possível ser realizado por todos, pois o peso do balde é de aproximadamente 15 kg. Além disso, pode-se verificar na Figura 84 o local de abrangência de cada uma das composteiras e quanto no máximo cada usuário deverá se locomover, que é aproximadamente 300 metros.



Figura 84 – Abrangência Centrais de Composteiras

Fontes: GOOGLE MAPS, 2016

Quando os operadores não estiverem nos horários de recebimento dos recipientes, eles terão a função de organização e limpeza dos baldes para que no próximo dia de entrega os baldes já estejam aptos a serem utilizados. Além disso, se faz necessário o manejo adequado com a utilização do material de segurança (descrito no apêndice B), contínuo despejo de material, organização das composteiras e monitoramento das características ideais para o processo termofílico. De maneira a garantir as temperaturas essenciais, haverá medição diariamente via termômetro analógico tipo espeto.

Todos os 1500 baldes, serão alocados igualmente entre as famílias na distribuição de 3 baldes por família (2 para o banheiro seco e 1 para resíduos orgânicos de alimentos). Totalizando assim o acumulado de 900 baldes, alocados. Os demais, 600 baldes, serão retidos nas áreas das composteiras de maneira a possibilitar um fluxo de troca nos dias de entrega.

Será ensinado aos usuários que eles devem devolver os baldes assim que ficarem cheios para que, dessa forma, entreguem sempre no máximo 2 baldes, um de comida e um de dejetos humanos por dia. Assim, no mesmo momento que entregarem os baldes, receberão novos recipientes limpos, já contendo uma quantidade de serragem inicial que ocupa 30% do volume total.

Além disso, é importante ressaltar que o fornecimento de serragem será controlado. Inicialmente serão fornecidos 2 sacos de rafia cheios com serragem para cada uma das famílias,

um para o banheiro e outro para a cozinha. Quando a serragem contida nos sacos acabar, o usuário deverá se dirigir até a central com o saco vazio e o operador irá enchê-lo.

A obtenção de folha seca será realizada através de retiradas de árvores existentes da própria comunidade, conforme Figura 85. Outra possibilidade é a utilização de matéria orgânica seca despejada na região semanalmente, que atualmente é queimada para diminuição de espaço, segundo informação obtida com os próprios moradores na visita a campo.



*Figura 85- Árvores na comunidade de Jardim Gramacho*

*Fonte: Foto tirada pelos autores no dia 12/02/2016*

A expectativa é que, por mês, o sistema composte 3072 baldes (Figura 86), correspondendo por área de composteira a um montante de 1536 recipientes. Distribuindo esse valor ao longo de 8 dias no mês, referente às datas e horários de entrega, teremos uma média de 192 baldes por dia de entrega. Como descrito acima, cada área terá como reserva para as trocas, o total de 300 baldes, sendo essa uma quantidade confortável visto que há uma margem de erro na expectativa de recebimento e a esse valor serão adicionados constantemente novos baldes já limpos.

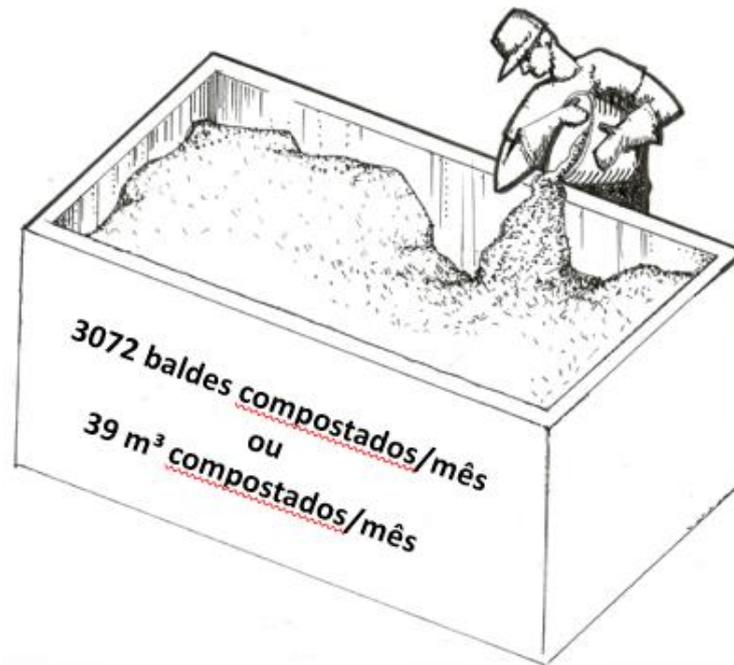


Figura 86 – Imagem Ilustrativa da Operação da Composteira

Fonte: Elaboração Própria

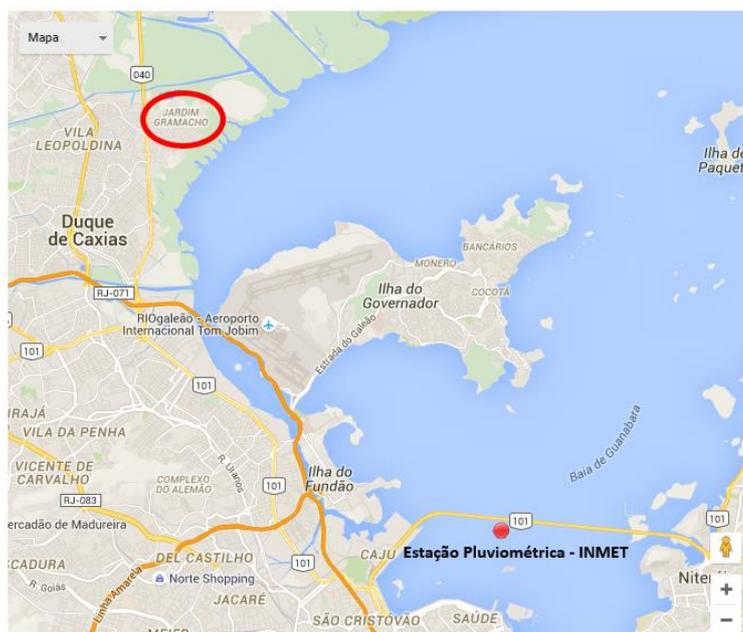
Outra etapa muito importante para a adesão das pessoas e o bom funcionamento do sistema é a higienização dos baldes. Os baldes cheios de resíduos, ao chegarem na central, serão despejados nas composteiras e depois levados ao pátio de lavagem. No pátio será realizada a limpeza utilizando a água que estará na caixa d'água de 5000 L e no tonel de captação de água da chuva, dando prioridade a este segundo.

Utilizando um pulverizador manual, contendo uma solução de água e sabão neutro, e uma escova e luvas longas o operador deve esfregar o balde internamente até se encontrar limpo. A água utilizada no primeiro balde será despejada em um segundo, que com o auxílio da escova será lavado da mesma forma, sem o acréscimo de nenhuma água. Esse processo deverá ser repetido até completar 20 baldes. A última água será despejada na caixa de água de 100 L, para que depois seja levada até as composteiras. Dessa forma, essa limpeza deve ser repetida duas vezes para que os recipientes se encontrem higienizados. Depois dessa etapa, os baldes devem ser dispostos para cima para que o sol incida diretamente sobre eles por cerca de um dia, e depois podem ser guardados. É importante ressaltar que esse processo de limpeza foi baseado no que já ocorre na prática no Haiti e Etiópia.

Para o fornecimento da água cogitou-se a hipótese das águas pluviais, segundo Azevedo Netto (1991), para se obter o nível ótimo de captação da água de chuva seria necessária uma precipitação média de 2000 mm ao ano. Com esse nível é determinado que seria possível além

de limpeza dos tambores, diversas outras atividades. Assim, utilizaremos o valor de 2000 mm como base de parâmetro.

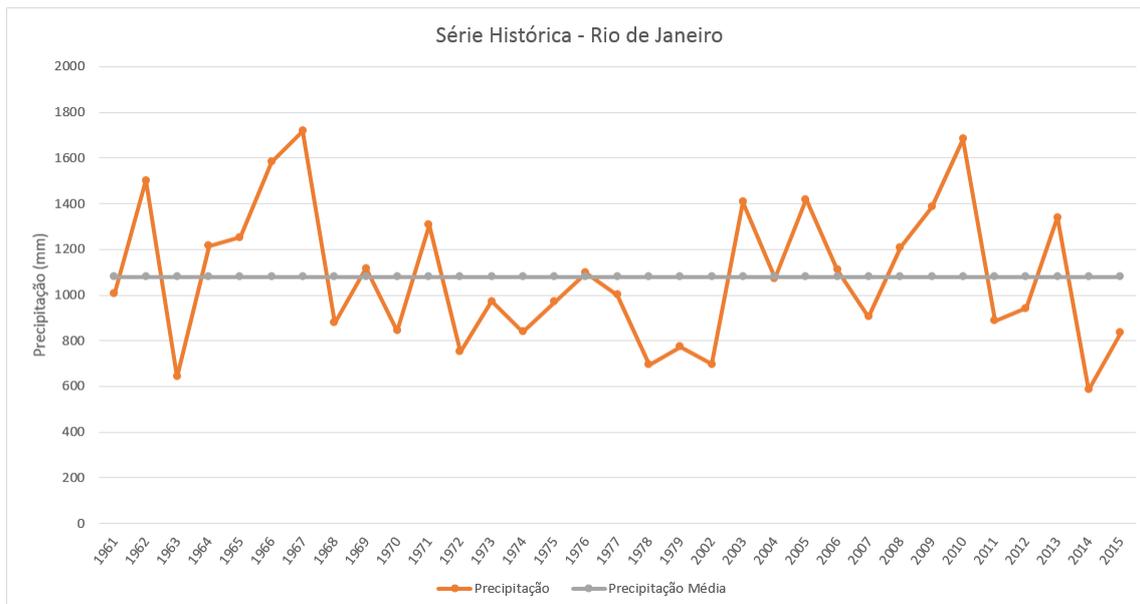
O município de Duque de Caxias são apenas duas estações que tem uma série temporal mais extensa, São Bento (primeiro distrito) e Xerém (quarto distrito), em Xerém ela ocorre entre 1961 e 1962, já em São Bento entre 1965 e 1966. (BRANDÃO, 2013). Assim, o presente trabalho utilizou os dados pluviométricos do INMET (2016), pois como se pode verificar na Figura 87, a estação pluviométrica do Instituto e Jardim Gramacho são próximas.



*Figura 87 – Localização Geográfica Estação Pluviométrica*

*Fonte: GOOGLE MAPS, 2016*

A partir dos dados do INMET foi elaborado um gráfico, conforme Figura 88, com dados pluviométricos de 33 anos, juntando dois diferentes períodos, 1961-1979 e 2002 – 2015. Como se pode verificar a média de chuvas é de 1080mm anuais, sendo assim inviável a consideração de abastecer o sistema apenas com água da chuva.



*Figura 88 – Série Histórica Pluviométrica Rio de Janeiro*

*Fonte: Elaboração Própria baseado em dados do INMET (INMET, 2016)*

Portanto, como a região não possui uma média de 2000 mm e o presente trabalho entende que para estabelecimento de uma captação da água da chuva seria necessário um estudo mais aprofundado com desenvolvimento de um projeto com captadores e reservatórios. Essa possibilidade foi descartada, considerando necessária a compra de caminhões pipas para abastecimento do sistema.

Além das etapas descritas anteriormente, é necessário elaborar os procedimentos adequados para o processo na composteira.

A composteira deve inicialmente conter uma camada de 30 centímetros de galhos para a entrada de oxigênio no sistema. Acima dela uma quantidade suficiente de matéria orgânica seca (folhas secas), picotada com o facão, deve ser inserida tal que seja formada uma base para todo o material que será despejado. Assim, com a composteira pronta para ser utilizada, a forma mais eficiente de equilibrar a proporção de carbono e nitrogênio é seguir os passos adequados de despejo, conforme Figuras 89, 90 e 91 (INÁCIO, 2009)

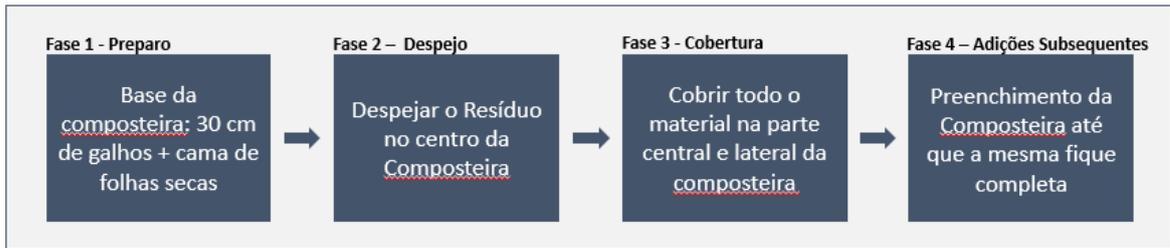


Figura 89 – Etapas Manejo Composteiras

Fonte: INÁCIO, 2009

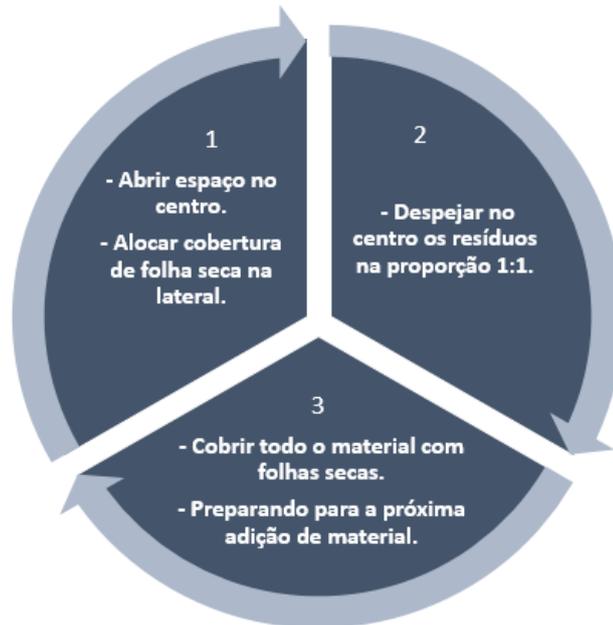


Figura 90 – Etapa das Adições Subsequentes na composteira

Fonte: INÁCIO, 2009



Figura 91 – Adições Subsequentes na composteira

Fonte: CRIANDO TERRA, 2015

Desse modo, o processo de compostagem termofílica ocorrerá corretamente, alcançando as temperaturas desejadas, sem geração de odores desagradáveis, eliminando os patógenos e evitando proliferação de animais indesejáveis ao processo.

### **4.3. Análise de Resultados**

Nesta parte do trabalho, serão analisados os possíveis custos caso o projeto venha a ser posto em prática, e o impacto que ele poderá vir a causar no ecossistema ao seu redor quando estiver em funcionamento.

Os gastos financeiros do projeto foram divididos em duas fases. A primeira foi chamada de Etapa Inicial, na qual são incluídos todos os custos de Instalação. E a segunda foi denominada Fase Operacional, no qual são calculados todos os custos mensais para que o projeto possa se manter ativo, sendo os custos de Manutenção.

Para a Etapa Inicial foram considerados apenas os materiais que deverão ser adquiridos na fase de implementação do projeto, sendo eles os responsáveis por gerar toda a infraestrutura necessária inicial, conforme listado na Tabela encontrada no apêndice B.

Como se pôde verificar, os principais custos são provenientes da compra dos baldes e madeiras (pallets e compensados). Contudo, apesar de inseridos nessa etapa, entende-se que há a possibilidade de grande parte dos materiais necessários para essa fase sejam obtidos através de doações pontuais de madeiras, lojas de departamento (jardinagem, construção, ferramentas), comércio local ou doações financeiras de pessoas físicas ou jurídicas.

Todavia, como não é possível afirmar que essas doações irão acontecer, calculam-se os gastos totais sem descontos ou auxílios externos. Dessa forma, todos os preços apresentados no apêndice B são valores de mercado atuais, sem nenhuma alteração, para que assim possa-se aproximar ao máximo da realidade dos custos iniciais.

É importante ressaltar que para a construção do banheiro em si, materiais como pregos e martelos já fazem parte de uma base de materiais que a ONG TETO detém, e por isso não foram considerados nos cálculos. Observou-se na visita de campo à comunidade, que a mesma possui internamente diversos elementos necessários para essa fase, como pallets, compensados e recipientes, podendo assim vir a reduzir parcialmente os custos apresentados.

Ademais, custo dos painéis descritos na seção 4.2.3 não é calculado, visto que atualmente muitas famílias já possuem alternativas, como a quebra de uma das paredes, aumentando a área da casa. Dessa forma, o cálculo da quantidade exata de painéis não é possível

alcançar, pois se entende que isso é uma opção unicamente de cada família. Outros dois gastos que não foram considerados são: a aquisição dos terrenos e cálculo da mão-de-obra para a construção das centrais. O primeiro não foi calculado visto que os terrenos deverão passar por uma triagem para a verificação mais detalhada a quem pertence, mesmo que os moradores tenham afirmado que são territórios aptos para a atividade. Já o segundo, não foi levado em consideração pois supõe-se que caso venha a ser implementado na prática, a construção das central ocorrerá com a ajuda dos voluntários da ONG TETO.

Dessa forma, obteve-se um custo inicial de aproximadamente R\$ 90.000,00, considerando uma margem de erro de 10%, caso ainda venham a surgir equipamentos não considerados na Tabela do apêndice B apresenta pelo presente trabalho.

Além das despesas já relatadas, é necessário também calcular quais serão os gastos mensais com insumos e mão-de-obra qualificada para que o processo de compostagem possa ocorrer, segundo descrito na seção 4.2.3. Assim, no apêndice B é apresentada duas tabelas com todos os dispêndios da Fase Operacional e duas diferentes opções, um com a inclusão dos incentivos financeiros e a outra sem esse apoio. Os incentivos foram definidos de R\$ 20,00 por família, por mês, para que assim aumente a aceitabilidade do projeto por parte da população, totalizando um custo adicional de R\$ 6000,00 mensais.

Ademais, verifica-se que as despesas na etapa de operação do sistema são consideravelmente menores que na implementação do mesmo. Insumos como, água para limpeza e serragem, acredita-se que podem ser garantidos através de parcerias com empresas (doação), por exemplo. Quanto ao salário dos operadores, foi definido um salário mínimo (Rio de Janeiro), e este não somente valida a operação, como garante a qualidade do processo e emprega membros da comunidade. Apesar de o trabalho voluntário ser bem visto no processo, não se optou exclusivamente por essa alternativa, pois se acredita que o manejo do sistema exija comprometimento e exclusividade, não podendo estar sujeito a vontade de terceiros. É importante ressaltar que foi estabelecida uma margem de erro de 20%, que incide sobre os materiais apenas e não sobre o incentivo, para caso algum equipamento venha a quebrar e por isso tenha que ser substituído. Entende-se que com essa margem, a vida útil do projeto seja longa, pois será possível comprar os materiais caso quebrem. Contudo, verificando projetos já existentes, como é o caso estudado no Haiti, verifica-se que em 4 a 5 anos o projeto não necessita de muitos investimentos adicionais.

Na visita de campo à Jardim Gramacho, em conversa com os moradores, observou-se que a oferta de matéria orgânica seca na comunidade é abundante, logo não sendo necessária a aquisição desse material.

Logo, para viabilização desse projeto os custos são de aproximadamente R\$ 90.000,00 nas etapas de implementação e R\$ 3100,00 ou R\$9100,00 mensal na fase Operação, variando apenas os incentivos financeiros. Como já mencionado, acredita-se haver possibilidade que grande parte dos gastos sejam custeados a partir de parcerias com empresas que já apoiam ou poderiam vir a apoiar a ONG TETO ou ONGs que realizam doações financeiras para projetos sociais.

Além disso, segundo VILLA (2011) um ser humano adulto produz em média 1 litro de urina e 200 g de fezes ao dia, variando um pouco com o tipo de dieta, atividade e condição de saúde. Utilizando a realidade do projeto de 960 pessoas, adotando a distribuição etária analisada no diagnóstico de Jardim Gramacho em que 40% da população tem até 14 anos e contribui com 50% da produção de um adulto, conclui-se que anualmente deixarão de ser despejados nos rios e valas da região cerca de 280 mil litros de urina e 56 toneladas de fezes, caso o projeto venha ser implementado na prática. Além disso, será produzido por composteira cerca de 2,5 m<sup>3</sup> ao ano (JENKINS, 2011), totalizando 115 m<sup>3</sup> de adubo por ano que deverá ser utilizando para o plantio de árvores ou hortas comunitárias na região, assim como já existem em outras comunidades onde o TETO atua.

Apesar dos pontos positivos, é necessário analisar as possíveis limitações do projeto. Acredita-se que uma das principais complicações possa vir a ser a aceitabilidade do projeto como todo, seja pela necessidade de participação ativa, ou a fecofobia (aversão ao próprio dejetos). Outro possível problema que deve ser listado é a garantia da qualidade do composto final, advindo da eliminação dos patógenos. Para minimizar esses casos, considera-se que a formação dos operadores e informação à população é primordial para o funcionamento do processo.

Observa-se também que determinados fatos externos podem causar dificuldade na implementação e operação, como fornecimento de água (conflito com a disponibilidade hídrica na comunidade), necessidade de financiamento inicial e mensal, e obtenção dos materiais essenciais ao processo, como serragem e folhas secas.

Portanto, entende-se que o trabalho desenvolvido durante o capítulo de metodologia é perfeitamente aplicável. Logo, o fornecimento de material, a construção da estrutura e os custos financeiros, assim outras limitações supracitadas, eram possíveis entraves do projeto que foram estudados e detalhados, de maneira a serem superados quando implementado o sistema na comunidade de Jardim Gramacho.

## 5. Considerações Finais

É de notório conhecimento da sociedade a problemática a respeito das condições de saneamento básico no Brasil. Esse tema foi amplamente discutido na seção 2.1, onde diversos dados foram apresentados a fim de mensurar a gravidade do tema na realidade brasileira. Por exemplo, 51,4% da população nacional não dispõe de acesso à rede coletora de esgotos domésticos e 61% de todo esgoto gerado, coletado ou não, é disposto in natura nos corpos hídricos (SNIS, 2015). Esse quadro detém influência direta em questões de saúde pública, corroborando para o agravamento de uma situação delicada.

Segundo o Ministério da Saúde, em 2012 registraram-se cerca de 380 mil internações por infecções gastrointestinais (DATASUS) e em 2013, o custo do SUS unicamente com essas doenças foi de R\$ 121 milhões (Instituto Trata Brasil, 2014). Percebe-se assim que o cenário de bem-estar da sociedade está diretamente susceptível aos níveis de saneamento na região. Investimentos nessa infraestrutura, quando analisados a médio/longo prazo, representam uma economia significativa nos gastos com saúde pública, como demonstrado pela OMS (2015) onde a cada US\$ 1,00 investido em saneamento, é gerada uma economia de US\$ 4,30 em saúde pelos governos.

Enquanto os indivíduos mais abastados, em geral, dispõem de um sistema de coleta de esgoto sanitário, as populações menos favorecidas são mais impactadas pela ineficiência do Estado em prover inúmeros serviços básicos, entre os quais o fornecimento de água e a coleta de esgoto.

Hoje, segundo IBGE (2014), 5,2 milhões de brasileiros vivem na condição de extrema pobreza, definida pelo PNUD (2013) como uma renda familiar per capita mensal de até R\$ 70,00, como abordado na seção 2.2. Na seção 2.3, foi detalhado o trabalho da ONG TETO que lida diretamente com comunidades que apresentam esse perfil de emergência no Brasil e outros 18 países da América Latina e Caribe. A Organização acredita que superar essa situação é uma questão prioritária na sociedade atual. Através do trabalho conjunto de moradores e jovens voluntários, a ONG realiza projetos temporários e permanentes de forma a desenvolver essas regiões com o objetivo a superar seus cenários de vulnerabilidade e pobreza extrema. Entre os trabalhos mais reconhecidos do TETO, está a construção de casas de emergência.

Segundo Esrey et. al. (2000), assentamentos excluídos socialmente estão susceptíveis a um ciclo vicioso de exposição aos patógenos. Dessa forma, fazem-se necessárias medidas

seguras de gestão de excretas que promovam a rápida destruição dos organismos contaminantes. Como abordado na seção 2.4, diversas tecnologias vêm sendo disseminadas no mundo com objetivo de redução da contaminação e demanda de água dos sistemas convencionais de saneamento. Entre estas opções, o presente trabalho destaca o modelo de gestão através do banheiro seco.

Os banheiros secos se apresentam como uma das alternativas mais promissoras no tratamento dos dejetos humanos, a partir da coleta dos resíduos em recipientes e síntese final no processo de compostagem, como apresentado na seção 2.4.

Além de possuírem as características supracitadas, como baixo consumo de água e diminuição da contaminação, os banheiros secos apresentam um caráter tecnológico de fácil manejo e baixo custo de operação e implantação. Portanto, entende-se que essa técnica é a melhor solução sanitária a ser implementada em regiões de reduzida renda per capita e precário ou inexistente abastecimento de água.

Partindo das definições acima, no Capítulo 3 são comparados diferentes modelos de banheiro seco em operação no Brasil e no mundo. É necessário frisar que os projetos estudados foram escolhidos por analisarem a eficiência de diferentes metodologias de baixo custo aplicáveis a banheiro seco ou por apresentarem similaridades com a realidade que é encontrada na área do Estudo de Caso.

Na seção 3.1 são comparados três diferentes modelos presentes na região Sul do país. Os casos já se encontram em atividade e o estudo descrito objetivou verificar a eficiência de um cada deles, com relação a temperatura, umidade, odor e análises bioquímicas. Contudo, constatou-se que nenhum dos exemplos alcançou os parâmetros de qualidade desejáveis para a segurança do usuário e eficácia do processo. Isso se deve principalmente, à utilização de toneis, por longos períodos, para o armazenamento e compostagem dos resíduos (ALVES, 2009).

Já na seção 3.2 é descrito o sistema implementado pela própria ONG TECHO (TETO), no Equador. Foi realizada uma parceria com a Fundação In Terris para instalação de 30 banheiros secos, com objetivo de trazer melhores condições de saneamento para 150 pessoas, em 3 diferentes comunidades. O modelo apresentado se assemelha aos descritos na seção 3.1, por utilizar toneis para armazenamento e compostagem, além de possuir um eixo espiral que serve para o transporte das excretas desde a bacia sanitária até o tanque de armazenamento.

Esse modelo foi desconsiderado como possível solução indicada pelo projeto, principalmente por apresentar alto custo, R\$ 1200,00 por banheiro ou R\$ 240,00 por usuário, e pelas dificuldades de conforto e utilização como alta temperatura, odor desagradável e mau funcionamento dos equipamentos.

Ao longo do processo de pesquisa e análise dos variados tipos de banheiro, foi constatado que existe uma gama de alternativas que estabelecem o tratamento e disposição dos resíduos, em formato bastante similar à lógica implementada nos modelos hidráulicos. A maior parte dos sistemas estudados se desenvolve a partir da ideia de transporte imediato do dejetos humano após o uso, não necessitando, portanto, da participação direta do usuário na destinação final. Entretanto, o conceito de banheiro seco advém de um sistema alternativo ao banheiro hidráulico convencional. Portanto, não se faz eficaz tratar de ambos os sistemas da mesma forma. A ausência da água no processo de transporte do resíduo deve ser substituída pela operação do usuário, uma vez que os modelos mais disseminados, como os citados acima, são ineficientes quanto ao alcance das características necessárias a uma compostagem adequada e segura.

Finalmente na seção 3.3 é detalhada a tecnologia que é indicada pelo presente projeto e que é estruturada a partir da operação dos usuários. A estrutura se embasa no modelo descrito pelo *Humanure Handbook* (2005) de Joseph Jenkins, que determina um enfoque mais criterioso na atividade da compostagem e preza pela simplicidade no ato da coleta dos dejetos. A elaboração do banheiro consiste de uma estrutura de madeira, em formato de caixa (como demonstrado nas figuras da seção), acoplada a um assento sanitário e disposta acima de um recipiente coletor (balde). Como os demais modelos, também é necessária após o uso a cobertura do resíduo humano, por serragem, cinza ou material similar. Após completo, o recipiente deve ser encaminhado até uma área de compostagem onde será alocado no formato de pilha, garantindo a aeração dos materiais. Na composteira serão adicionados restos de alimentos e matéria orgânica seca (folhas), de forma a garantir o equilíbrio dos nutrientes, permitindo assim a compostagem termofílica.

Com intuito de exemplificar e validar o modelo proposto, são descritos dois projetos em atividade, são eles: MUDA (UFRJ) e Santo Village Project (ONG *GiveLove* - Haiti). A partir desta análise verifica-se que são projetos de baixo custo e eficientes com relação ao tratamento. Vale destacar que a escala imposta e a realidade encontrada pelo projeto no Haiti se aproximam fortemente do cenário observado na comunidade do Estudo de Caso. Assim, variados dados

práticos foram considerados para o desenvolvimento do capítulo de metodologia, além de outros detalhados durante a seção.

Por fim, ainda no capítulo 3, apresenta-se uma análise comparativa de todos banheiros estudados, com os prós e contras de cada um deles. Acerca do modelo indicado pelo projeto, os pontos positivos são: ausência de odor, eliminação de patógenos, simplicidade tecnológica e baixo custo. Já os aspectos negativos enumerados são: necessidade de operação, aversão a retenção dos dejetos e desconfiança dos processos.

No capítulo 4, de metodologia, são primeiramente esmiuçadas as características referentes à comunidade do estudo de caso: Jardim Gramacho. A região é conhecida internacionalmente por ter abrigado o maior lixão da América Latina, que esteve em operação entre 1978 e 2012.

É importante ressaltar que dessa população que se estabeleceu no local há aproximadamente 40 anos, atraída pela possibilidade de ter seu ganho financeiro a partir da coleta de matérias recicláveis, muitos ainda permanecem na região. Contudo, mesmo após esse longo período de existência da comunidade, praticamente nenhuma infraestrutura de serviços públicos foi implementada. Jardim Gramacho retrata em variados dados problemas comuns das populações marginalizadas, como exemplificado no diagnóstico realizado pelo TETO em 2013, com 652 pessoas. Entre os dados principais, podemos citar:

- 60% da população tem até 24 anos;
- 76% dos “chefes do lar” são mulheres;
- 84% da população possui renda domiciliar per capita média de R\$ 147,00
- 75% não possui acesso a água encanada

Quando analisados os dados explicitamente da disponibilidade quanto à coleta de esgoto, verificou-se que 61% não possui banheiro ou dispõe dos resíduos em valões a céu aberto, 31% utiliza de fossas sépticas, e apenas 5% relataram dispor de rede coletora de esgoto. Do total, aproximadamente 82% dos entrevistados relataram a presença de animais nocivos em suas residências, corroborando para a conexão direta entre sistema sanitário adequado e redução dos riscos à saúde.

Após o referencial teórico, revisão bibliográfica e a caracterização da área de estudo, por fim, é proposto um sistema de saneamento alternativo embasado no perfil da comunidade

de Jardim Gramacho, utilizando-se do modelo de banheiro seco previamente definido na seção 3.4.

O projeto proposto foi dimensionado para construção de 300 banheiros ou aproximadamente, segundo a distribuição demográfica, 960 pessoas. O dimensionamento proposto objetivou atender não somente as casas construídas do TETO, aproximadamente 100, como também demais moradores interessados no serviço por não possuírem banheiro nas suas residências. Ademais, foi definido que será disponibilizado um banheiro por família, pois entende-se que propriedades públicas ou comunitárias muitas vezes são tratadas sem o devido cuidado. Percebe-se que o banheiro é um espaço pessoal, por isso deve ser compartilhando apenas entre familiares, e acredita-se que com isso haverá uma aceitabilidade maior por parte da população.

O sistema terá um total 1500 recipientes (baldes) que serão distribuídos entre as famílias e que deverão ser depositados em 46 composteiras, com 10m<sup>3</sup> cada, divididas igualmente entre 2 centrais, com 600 m<sup>2</sup> cada. Conforme detalhado na seção 4.2.1, com essas dimensões, o sistema será capaz de processar mensalmente 59 m<sup>3</sup> de material, o que inclui fezes, urina, serragem, resíduo orgânico e folhas secas.

Na seção 4.2.2 foi elaborado um projeto estrutural das centrais de composteiras, assim como é indicado uma possibilidade de alocação do banheiro dentro dos diferentes modelos de casas do TETO. Cada área de compostagem, deverá conter 23 composteiras, uma casa pequena do TETO para armazenamento de ferramentas e serragem, um depósito de material orgânica seca, um pátio para limpeza dos baldes e duas caixas d'água de 5000L e 100L. As centrais foram pensadas em locais estratégicos, nos sub-bairros do Remanso e Quatro Rodas, para melhor atender aos usuários e com isso melhor disseminar o projeto.

Além do suprimento dos materiais e infraestrutura adequada, um sistema que detém seu enfoque principal na operação logística, necessita de dedicação integral para o seu bom funcionamento. Para tal, é determinado na seção 4.2.3 que serão contratados 2 operadores de forma a manejar devidamente os processos. Haverá alternadamente 4 dias por semana para entrega dos baldes nas centrais.

Os gastos financeiros do projeto foram divididos em duas fases. A primeira foi se destinada a orçar os custos de instalação e a segunda a calcular todos os custos mensais de manutenção. Assim, para viabilização desse projeto os custos são de aproximadamente R\$

90.000,00 nas etapas de implementação e R\$ 3100,00 ou R\$9100,00 na fase Operação, variando apenas os incentivos financeiros conforme detalhados na seção 4.3.

Por fim, na seção 4.3 é realizada uma análise dos resultados e conclui-se, de forma pragmática, a expectativa de redução dos aportes de fezes e urina nos corpos hídricos da região será da magnitude de aproximadamente 56 toneladas e 280 mil litros, respectivamente. Além da geração de 115 m<sup>3</sup> de adubo anualmente, revertido diretamente à comunidade criando possivelmente hortas comunitárias ou replantio em áreas degradadas.

O presente estudo visou estabelecer uma alternativa viável nos pontos de vista econômico, cultural, operacional e tecnológico, para a problemática do saneamento básico encontrada na comunidade de Jardim Gramacho. No processo de definição do dimensionamento, de forma geral, foram encontradas dificuldades acerca de estudos de cunho científico que estabelecessem parâmetros de cálculo. A natureza de aplicação e estruturação de sistemas similares ao proposto se baseia quase que exclusivamente em dados práticos e, por vezes, informais. Entende-se que projetos na área de Engenharia Social deveriam ser mais estimulados e validados dentro do âmbito acadêmico, uma vez que propostas nessa esfera são essenciais para o desenvolvimento de uma sociedade mais justa e igualitária.

Ressalte-se também o impacto positivo de redução da poluição de córregos e rios. Pertencente à bacia da hidrográfica da baía de Guanabara, os efluentes gerados pela comunidade de Jardim Gramacho contribuem para a deterioração da qualidade da baía de Guanabara. Já foram feitas diversas tentativas de despoluição dessa baía e o resultado tem sido acanhado, principalmente no que diz respeito à redução do esgoto doméstico que chega diariamente a esse corpo hídrico. É consenso hoje que, se gasta muito menos ao ‘não poluir’ do que ‘poluir e depois tratar o esgoto’. Medidas exitosas nesse sentido são numerosos, como, por exemplo, o projeto com investimento de U\$1,5 Bilhões do departamento de proteção ambiental da cidade de Nova York que apesar do valor muito elevado, representou uma economia de U\$8 a 10 Bilhões que seriam necessários para captar e tratar a água necessária para abastecer a cidade (NYC ENVIRONMENTAL PROTECTION, 2015). Ou seja, a aplicação de medidas e metodologias que evitem a poluição ao longo do processo ou, melhor ainda, em sua origem, trazem elevado retorno financeiro, além dos benefícios ao meio ambiente e à saúde das habitantes da região. A compostagem e geração de adubo permitem que o ciclo seja fechado, dando destino imediato ao resíduo gerado.

Projetos futuros são de suma importância para melhorias e aperfeiçoamentos. Como exemplo de possibilidade de trabalho futuros pode-se citar algumas ideias. O desenvolvimento

detalhado de uma horta, árvores frutíferas ou replantio de regiões degradadas para que o ciclo se feche de forma completa. Criação de um cronograma para a implantação e manutenção do projeto na prática, estabelecendo quanto tempo demorará para que todas as etapas sejam implementadas. Prever um material educativo explicando aos operadores e à população como o projeto irá funcionar, como ocorre a compostagem e quais são as melhorias na qualidade de vida de todos. Cálculo da vida útil do projeto com verificação de quanto tempo dura todos os equipamentos adquiridos. Ampliação do trabalho, buscando uma maior eficiência, com redução de espaço físico e sendo capaz de suportar mais pessoas. Assim, diversas possibilidades podem surgir a partir do projeto desenvolvido para que dessa forma o conhecimento seja ampliado, almejando sempre o máximo bem-estar da população.

Com relação ao aporte financeiro necessário para implementação e manutenção do projeto, acredita-se que há uma gama de possibilidades dispostas, seja através de patrocínio empresarial, parcerias com outras organizações ou editais públicos aberto pelo governo.

Caso seja implementado, esperam-se mudanças positivas quanto a saúde dos moradores, a geração de emprego e um senso de cooperação na comunidade mais perceptível.

Dessa forma, sendo o trabalho disposto apenas o primeiro passo, conclui-se que, apesar de desafiadora, sua implementação efetiva se trata de uma alternativa perfeitamente viável no âmbito real.

## Referências Bibliográficas

ALVES, B., **Banheiro Seco: Análise da Eficiência de Protótipos em Funcionamento**. Trabalho de Conclusão de Curso em Ciências Biológicas pela Universidade Federal de Santa Catarina, UFSC, 2009.

AMATUZI, B.; Botega, J. L.; Celante, L. S. – **Implementação de banheiro seco como proposta de saneamento ecológica**. Trabalho de Conclusão de Curso. 2013.

ANISTIA INTERNACIONAL. **Campanha “jovem negro vivo”**. Disponível em: <https://anistia.org.br/campanhas/jovemnegrovivo/>. Acesso em: 16/01/2016. 2015

ANISTIA INTERNACIONAL. **Relatório “você matou meu filho”**. Disponível em: <https://anistia.org.br/direitos-humanos/publicacoes/voce-matou-meu-filho/>. Acesso em: 16/01/2016. 2015.

AUTRAN, S. – **Criando terra pela Etiópia** - Disponível em: <<http://criandoterra.jimdo.com/>>. Acesso em: 13/02/16.

AUTRAN, S. **Compost- based sanitation: a low-cost strategy for turning the toilet problem at Mekelle University (Ethiopia) into a solution**. Etiópia, 2015.

AZEVEDO NETTO, J. M. **Aproveitamento de águas de chuva para abastecimento**.

Revista Brasileira de Saneamento e Meio Ambiente, Rio de Janeiro, ano III, n.2, abr./jun. p.44-48. 1991.

BALCONY GARDEN - Disponível em: < <http://balconygardenweb.com/>> , Acesso em: 12/03/16

BANCO MUNDIAL. **World Development Report**. 2015. Disponível em: <http://data.worldbank.org/topic/poverty>. Acesso em 10/01/16.

BRANDÃO, A.M.P.M. **O ritmo da pluviosidade em Duque de Caxias (RJ): A variabilidade climática enquanto insumo na tomara de decisão e nas políticas públicas**. 2013

BRASIL. **Lei nº 11.445/2007**. Casa Civil. Brasília, 5 de Janeiro de 2007.

CONAMA – CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução nº 357**. Brasília, 17 de Março de 2005.

COSTA, A.M. – **Análise Histórica do Saneamento no Brasil**. Tese de Mestrado. Rio de Janeiro, 1994.

CRIANDO TERRA – Disponível em < <http://criandoterra.jimdo.com/ensaio-de-uma-proposta> >. Acesso em :20/03/16.

DATASUS – Disponível em < <http://www2.datasus.gov.br/DATASUS/index.php> > . Acesso em: 23/01/16.

ECOARQUITETURA – Disponível em < <http://www.eccoarquitetura.arq.br/faca-um-jardim-vertical-de-pallet> >. Acesso em: 20/03/16.

ESREY S.A., Chorus I, Ringelband U, Schlag G. e Schmoll O., **Water, Sanitation and Health, Internal Water Association**. Londres. 2000.

EXAME. **Brasil cai para a posição de 9ª economia no mundo**. Disponível em: <http://exame.abril.com.br/economia/noticias/pib-em-dolar-cai-25-e-brasil-cai-para-a-posicao-de-9a-economia-do-mundo>. Acesso em 15/03/2016.

FEACHEM, R.G., Bradley, D.J., Garelick, H. and Mara, D.D. **Sanitation and disease: health aspects of excreta and wastewater management**. 1983.

FUNDACIÓN IN TERRIS. Disponível em : <<http://www.fundacioninterris.org/>> . Acesso em: 13/02/16.

FUNDACIÓN IN TERRIS. **Talandro de la Tierra - Manual de Instalación**. 2012.

GIVELOVE. Disponível em: < <https://www.givelove.org/> > . Acesso em: 12/02/16.

GIVELOVE. **Santo Household Sanitation Project**. 2015. Disponível em:

<https://www.givelove.org/current-projects.html>. Acesso 31/01/16.

GOOGLE MAPS. Disponível em <https://www.google.com.br/maps>. Acesso em: 13/02/2016.

HAUG, R. T., **The Practical Handbook of Compost Engineering**. Editora CRC, 1993.

HIDROWEB – SISTEMA DE INFORMAÇÕES HIDROLÓGICAS. Disponível em:  
<http://hidroweb.ana.gov.br/>. Acesso em 15/03/2016.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico.** Disponível em:  
[http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaodevida/pnsb2008/PNSB\\_2008.pdf](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaodevida/pnsb2008/PNSB_2008.pdf). Acesso em: 14/02/2016. 2008.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios.** 2014;

INÁCIO, Caio T.; MILLER, Paul Richard M. **Compostagem: ciência e prática para a gestão de resíduos orgânicos.** Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2009.

INMET – INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. Disponível em:  
<http://www.inmet.gov.br/>. Acesso em: 15/03/2016.

INSTITUTO TRATA BRASIL. **Benefícios Econômicos da Expansão do Saneamento Brasileiro.** 2014.

INSTITUTO TRATA BRASIL. **Manual do Saneamento Básico.** 2012. Disponível em:  
<http://www.tratabrasil.org.br/datafiles/uploads/estudos/pesquisa16/manual-imprensa.pdf>. Acesso em 09/01/16.

JENKINS, J. – **Thermophilic Composting as a Sanitation Alternative GiveLove.Org Project, Santo Village, Leogane, Haiti – A case study.**2014.

JENKINS, J., **Humanure Handbook .3ª Edição.** Editora Chelsea Green, 2005.

MDS – MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO SOCIAL E COMBATE À FOME. **Estudo Técnico nº10/2015. Mudança Social no Brasil: um panorama descritivo de 1992 a 2014 a partir de diferentes indicadores.** 2015.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Política Nacional do Resíduos Sólidos**. 2010. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/pol%C3%ADtica-de-res%C3%ADduos-s%C3%B3lidos>. Acesso em: 20/02/16.

MUDA. **As experiências com ciclagem de nutrientes do Projeto MUDA**. Rio de Janeiro, 2014. Apresentado em: I Seminário do Núcleo Interdisciplinar para o Desenvolvimento Social - Rio de Janeiro/RJ

MUDA. **Compostagem de Resíduos Orgânicos do CT/UFRJ pelo grupo MUDA**. Rio de Janeiro, 2015. Apresentado em: XXXVII Jornada Giulio Massarani de Iniciação Científica, Tecnológica, Artística e Cultural - UFRJ.

MUDA. **Histórico e impacto do grupo MUDA na Engenharia Ambiental da UFRJ**. Rio de Janeiro, 2013. Apresentado em: VIII Congresso Brasileiro de Agroecologia – Porto Alegre/RS.

NYC ENVIRONMENTAL PROTECTION. Disponível em: [http://www.nyc.gov/html/dep/html/watershed\\_protection/index.shtml](http://www.nyc.gov/html/dep/html/watershed_protection/index.shtml). Acesso em: 15/03/2016.

OMS - ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. **Progress on Sanitation and Drinking Water**. 2015.

OMS - ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. **Progress on Sanitation and Drinking Water**. 2013.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS - ONU. **World Water Development Report**. 2015.

PAC - PROGRAMA DE ACELERAÇÃO DO CRESCIMENTO – PAC. **1º Balanço 2015 PAC Saneamento**. Disponível em: <http://www.pac.gov.br/pub/up/relatorio/ccedac8ebd8bfe1fefc25c0e4e4e8c0c.pdf>. Acesso em: 23/01/2015. 2015.

PLANSAB - PLANO NACIONAL DO SANEAMENTO BÁSICO. Disponível em: [http://www.cidades.gov.br/images/stories/ArquivosSNSA/Arquivos\\_PDF/plansab\\_06-12-2013.pdf](http://www.cidades.gov.br/images/stories/ArquivosSNSA/Arquivos_PDF/plansab_06-12-2013.pdf). Acesso em: 30/01/2016. Brasília, 2013.

PNUD – PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO. **Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil**, 2013.

PNUD – PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO. **Relatório do Desenvolvimento Humano no Brasil**, 2014.

PORTAL G1. **Aterro de Gramacho será reaproveitado ao gerar energia do lixo**. 2013. Disponível em: <http://g1.globo.com/jornal-da-globo/noticia/2013/02/aterro-de-gramacho-sera-reaproveitado-ao-gerar-energia-do-lixo.html>. Acesso em: 20/02/16.

PORTAL G1. **Lixões no Estado do Rio**. 2015. Disponível em: <http://g1.globo.com/rio-de-janeiro/noticia/2015/06/g1-relata-abandono-de-moradores-de-gramacho-3-anos-apos-lixao-fechar.html>. Acesso em: 20/02/2016.

PREVIDÊNCIA SOCIAL. **Histórico do valor do salário mínimo e teto para contribuição**. 2016. Disponível em: <http://www.previdencia.gov.br/servicos-ao-cidadao/informacoes-gerais/historico-valor-salario-minimo-teto-contribuicao/>. Acesso em: 13/02/2016.

ReCESA - Rede de Capacitação e Extensão Tecnológica em Saneamento Ambiental. **Esgotamento sanitário: operação e manutenção de sistemas simplificados de tratamento de esgotos: guia do profissional em treinamento: nível 2**, 2008

SINGER, P.. **A Erradicação da Miséria: Uma Abordagem Inicial**. 2014

SNIS - SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÃO SOBRE SANEAMENTO. **Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos**. Disponível em: <http://www.snis.gov.br/diagnostico-agua-e-esgotos/diagnostico-ae-2013>. Acesso em: 21/02/2016. 2013.

SOIL, Disponível em : <<https://www.oursoil.org/>> . Acesso em : 12/02/16.

SOIL, Sustainable Organic Integrated Livelihoods. **Container-based sanitation: assessing costs and effectiveness of excreta management in Cap Haitien.** Haiti, 2015.

TECHO. **Baños secos: Una solución alternativa para comunidade sin servicios básico.** 2015b. Disponível em: <http://www.techo.org/paises/ecuador/informate/banos-secos-una-solucion-alternativa-para-comunidades-sin-servicios-basicos/>. Acesso em 23/01/16.

TECHO. **História: Techo Lationoamérica y el Caribe.** 2015a. Disponível em: <http://www.techo.org/paises/ecuador/techo/historia/>. Acessado em 23/01/16.

TECHO. **Informe Baños Secos.** Ecuador, 2015c.

TETO. **Diagnósticos Jardim Gramacho.** Apresentação. Rio de Janeiro, 2013.

TETO. Disponível em: [www.teto.org.br](http://www.teto.org.br). Acesso em: 06/02/2016. 2016a.

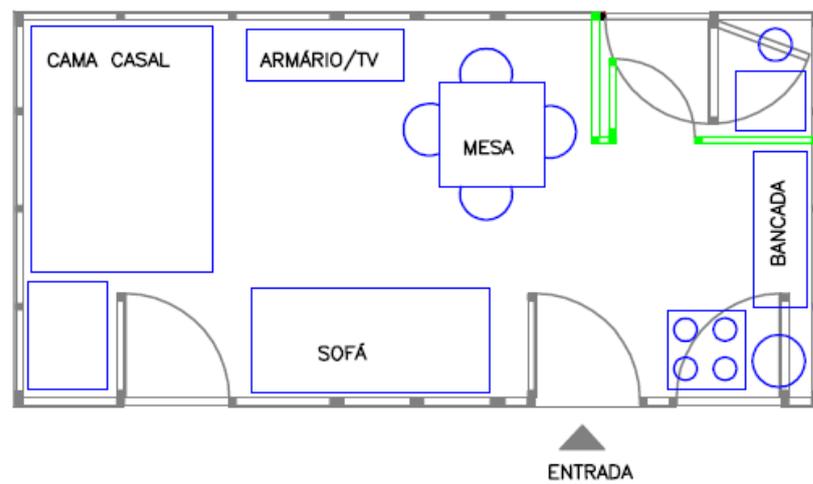
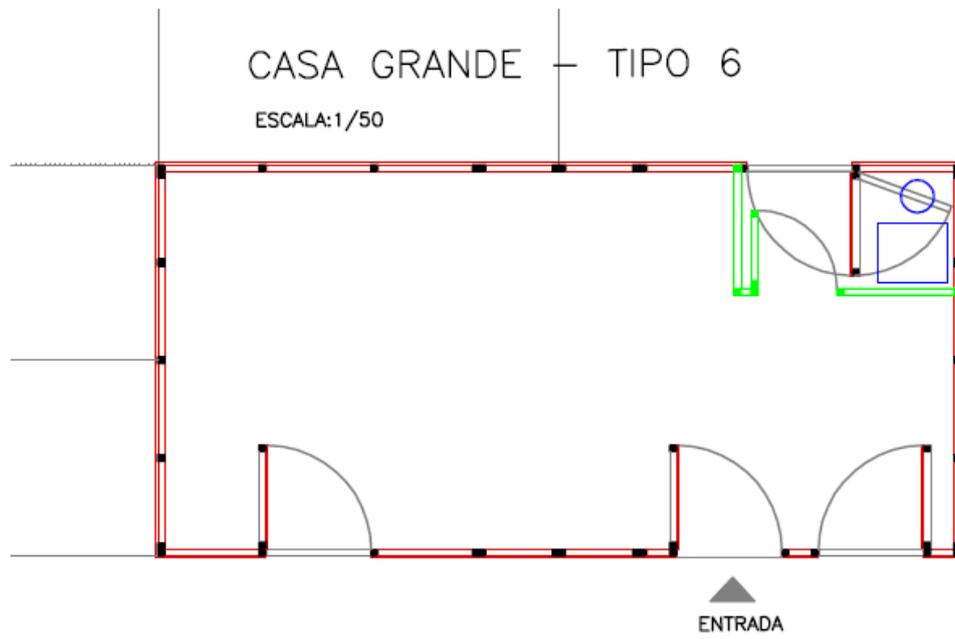
TETO. **Manual Técnico da Casa.** 2016b.

VILLA, María Fernanda Rizzardini – **Baños secos: Gestión y aprovechamiento de residuos.** 2011.

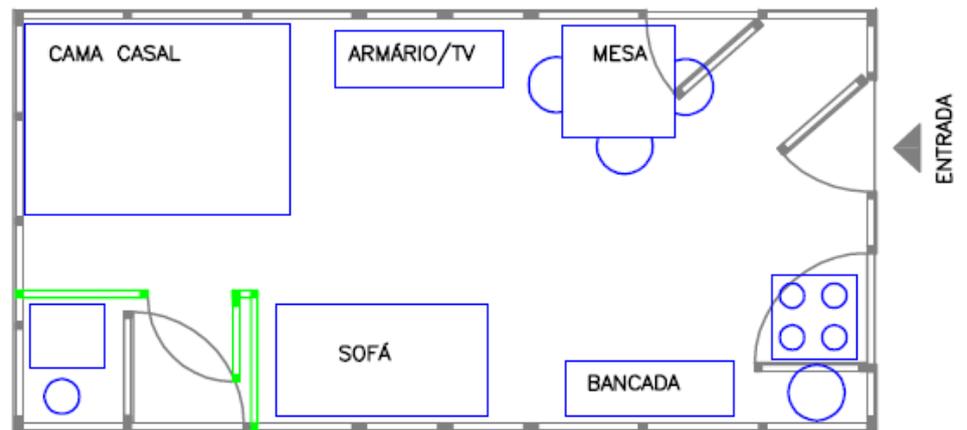
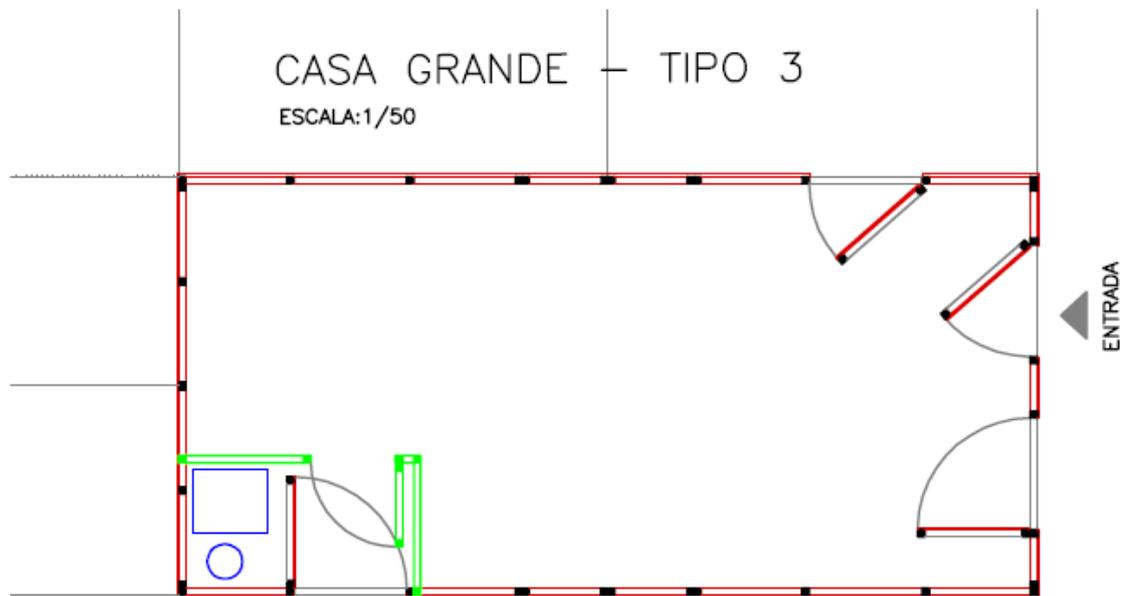
WIKIPEDIA – Haiti, 2015, <https://pt.wikipedia.org/wiki/Haiti>. Acessado em 31/01/16.

## APÊNDICE A – PLANTAS

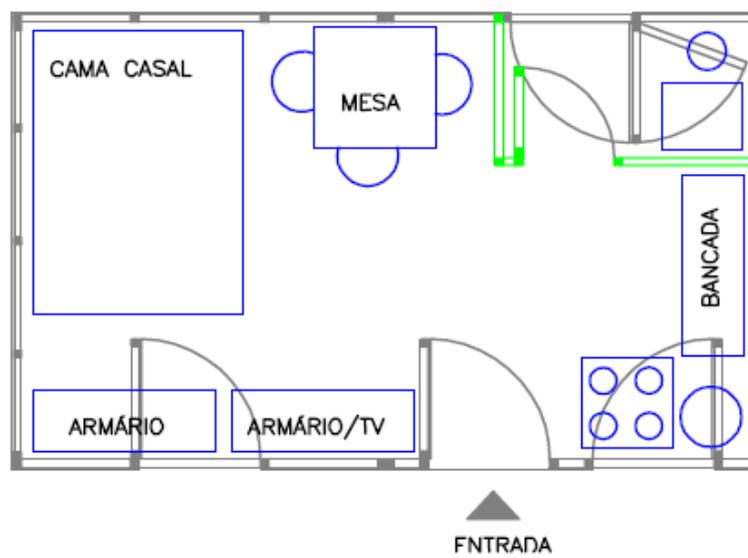
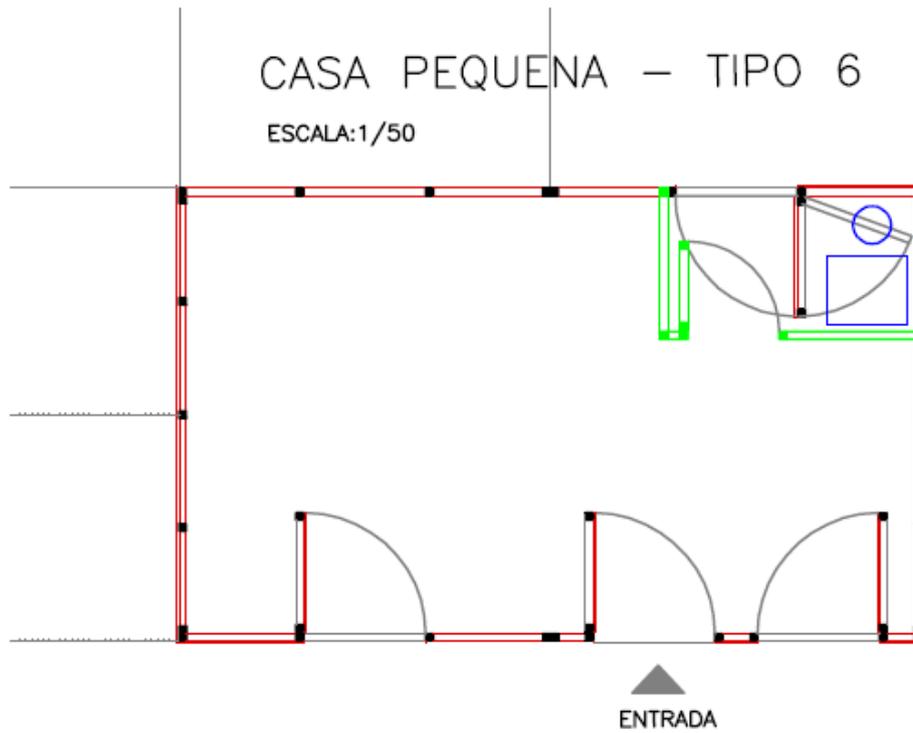
- CASA GRANDE – TIPO 6



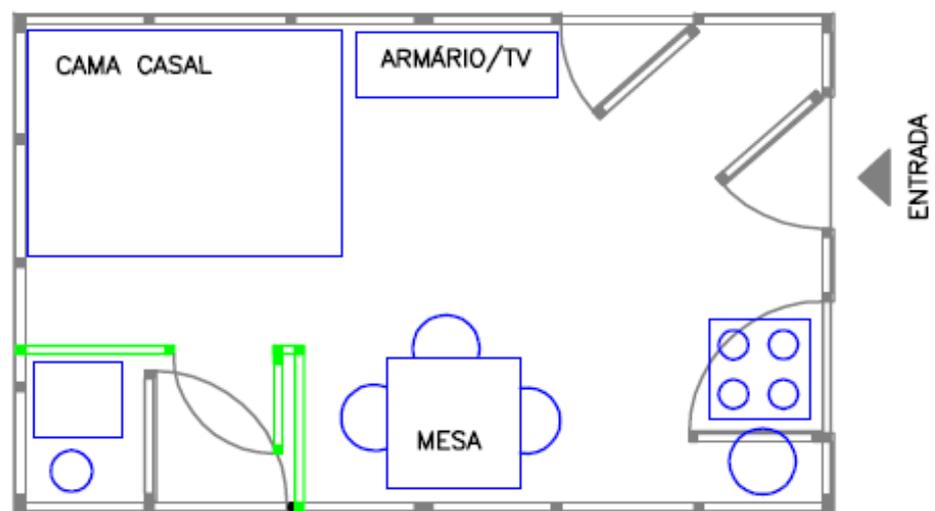
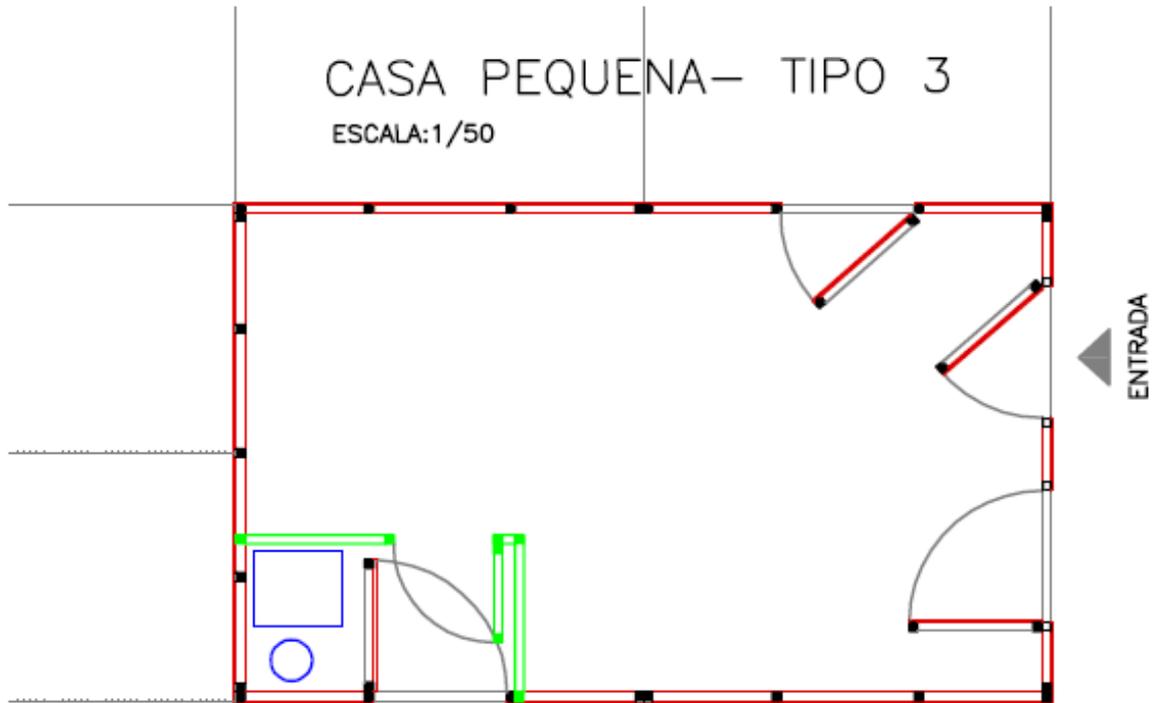
- **CASA GRANDE – TIPO 3**



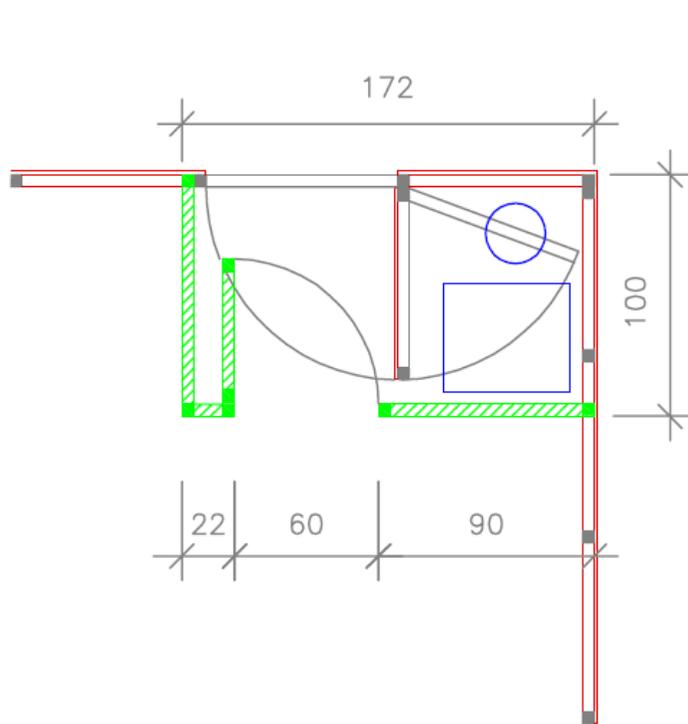
- CASA PEQUENA – TIPO 6



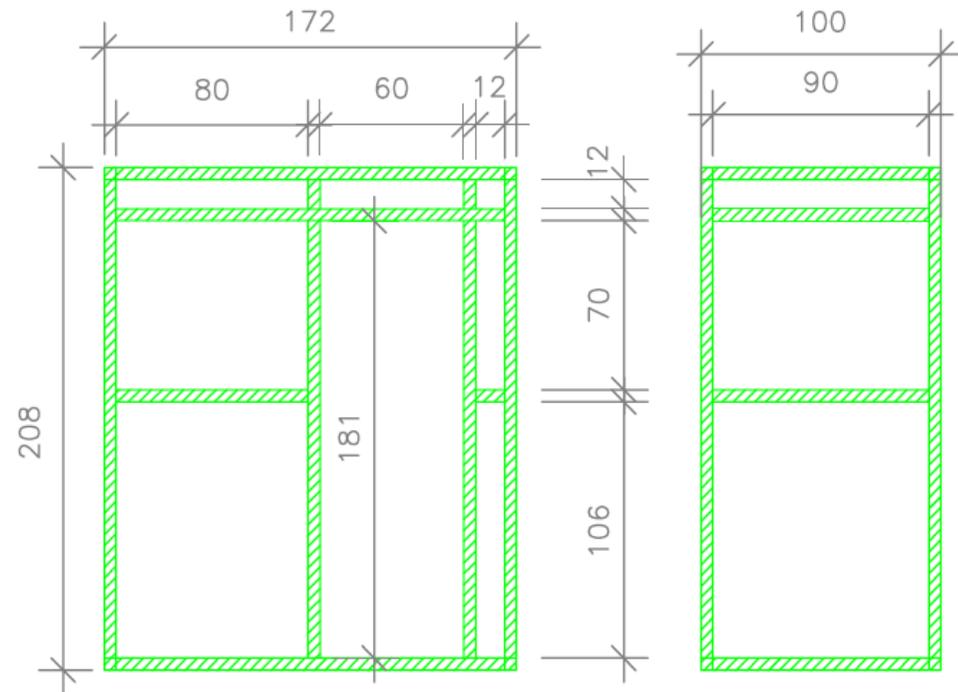
- CASA PEQUENA – TIPO 3



- **PLANTA BAIXA BANHEIRO SECO**

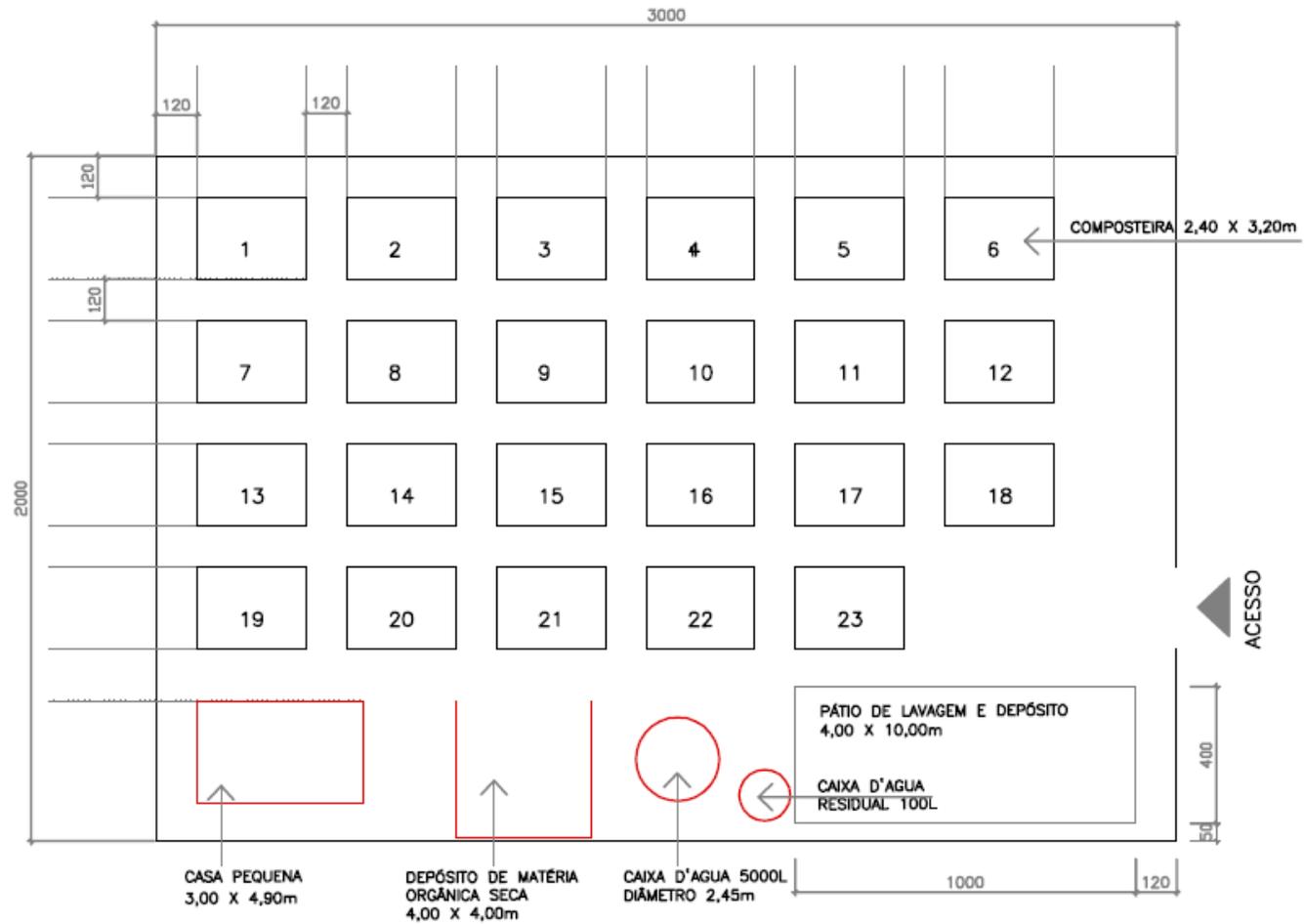


PLANTA BAIXA  
ESCALA:1/25



ESTRUTURA VISTA INTERNA  
ESCALA:1/25

- CENTRAL DE COMPOSTEIRAS**



## APÊNDICE B – CUSTOS

- **Etapa Inicial**

Material	Quantidade	Unidade	Detalhamento Quantidade	Custo Unitário	Custo total	Empresa	Função
Baldes	1500	un	5 baldes/família	R\$ 14.10	R\$ 21,150.00	<a href="http://www.bestbox.com.br">http://www.bestbox.com.br</a>	Recipientes de coleta
Pallets	644	un	14 palles/composteiras x 46 composteiras	R\$ 35.00	R\$ 22,540.00	<a href="http://produto.mercadolivre.com.br">http://produto.mercadolivre.com.br</a>	Estrutura das composteiras
Compensado de Madeira	87	un	Depósito de MO Seca: 6 compensados/depósito Bacia Sanitária: 4 assentos/compensado (2200x1600x15 mm)	R\$ 100.00	R\$ 8,700.00	<a href="http://www.leomadeiras.com.br">http://www.leomadeiras.com.br</a>	Estrutura do Depósito de MO e Bacia Sanitária
Caixa D'água 5000l	2	un	1/Central de Composteiras	R\$ 2,131.00	R\$ 4,262.00	<a href="http://www.leroymerlin.com.br">http://www.leroymerlin.com.br</a>	Armazenamento de água limpa
Caixa D'água 100l	2	un	1/Central de Composteiras	R\$ 103.00	R\$ 206.00	<a href="http://www.leroymerlin.com.br">http://www.leroymerlin.com.br</a>	Armazenamento de água após a limpeza
Assento Bacia Sanitária	300	un	1/Bacia Sanitária	R\$ 17.47	R\$ 5,241.00	<a href="http://www.leroymerlin.com.br">http://www.leroymerlin.com.br</a>	
Cerca Área Compostagem	1200	m	Cerca de Arame Liso. 100m perímetro/terreno. Contabilizando 6 faixas/terreno.	R\$ 0.07	R\$ 88.80	<a href="http://www.leroymerlin.com.br">http://www.leroymerlin.com.br</a>	Segurança da Central de Composteiras
Caibro	28	un	14 Caibros /Depósito de MO	R\$ 10.00	R\$ 280.00	<a href="http://www.leroymerlin.com.br">http://www.leroymerlin.com.br</a>	Estrutura Depósito de MO
Estaca de Concreto	100	un	50 Estacadas/ Central de Composteiras (distanciamento: 2 m)	R\$ 20.00	R\$ 2,000.00	<a href="http://produto.mercadolivre.com.br">http://produto.mercadolivre.com.br</a>	Segurança da Central de Composteiras
Porta Central Composteira	2	un	1 Porta/Central de Composteiras	R\$ 1,880.00	R\$ 3,760.00	<a href="http://www.taqi.com.br">http://www.taqi.com.br</a>	Acesso a Central de Composteiras
Pulverizador Manual	2	un	1 Pulverizador/Central de Composteiras	R\$ 49.90	R\$ 99.80	<a href="http://produto.mercadolivre.com.br">http://produto.mercadolivre.com.br</a>	Material de limpeza
Macacão de Segurança	2	un	1 Macacão/Central de Composteiras	R\$ 19.55	R\$ 39.10	<a href="http://www.superepi.com.br">http://www.superepi.com.br</a>	Material de limpeza
Uniforme Operador	4	un	2 Aventais/Central de Composteiras	R\$ 5.80	R\$ 23.20	<a href="http://www.superepi.com.br">http://www.superepi.com.br</a>	Material de limpeza
Luva Cano Longo	4	un	2 Luvas/Central de Composteiras	R\$ 22.61	R\$ 90.44	<a href="http://www.superepi.com.br">http://www.superepi.com.br</a>	Material de limpeza
Carrinho de mão	2	un	1 Carrinho de mão/Central de Composteiras	R\$ 94.90	R\$ 189.80	<a href="http://www.leroymerlin.com.br">http://www.leroymerlin.com.br</a>	Ferramenta de transporte
Escova Curta	2	un	1 Escova Curta/Central de Composteiras	R\$ 16.89	R\$ 33.78	<a href="http://www.leroymerlin.com.br">http://www.leroymerlin.com.br</a>	Material de limpeza

Material	Quantidade	Unidade	Detalhamento Quantidade	Custo Unitário	Custo total	Empresa	Função
Escova Longa	2	un	1 Escova Longa/Central de Composteiras	R\$ 26.90	R\$ 53.80	<a href="http://www.leroymerlin.com.br">http://www.leroymerlin.com.br</a>	Material de limpeza
Forcado Reto	2	un	1 Forcado Reto/Central de Composteiras	R\$ 56.90	R\$ 113.80	<a href="http://www.leroymerlin.com.br">http://www.leroymerlin.com.br</a>	Ferramenta de revolvimento das pilhas
Forcado Curvo	2	un	1 Forcado Curvo/Central de Composteiras	R\$ 39.90	R\$ 79.80	<a href="http://www.leroymerlin.com.br">http://www.leroymerlin.com.br</a>	Ferramenta de revolvimento das pilhas
Enxada	2	un	1 Enxada/Central de Composteiras	R\$ 29.90	R\$ 59.80	<a href="http://www.leroymerlin.com.br">http://www.leroymerlin.com.br</a>	Ferramenta de revolvimento das pilhas
Pá de Bico	2	un	1 Pá de Bico/Central de Composteiras	R\$ 24.90	R\$ 49.80	<a href="http://www.leroymerlin.com.br">http://www.leroymerlin.com.br</a>	Ferramenta de revolvimento das pilhas
Facão	2	un	1 Facão/Central de Composteiras	R\$ 26.90	R\$ 53.80	<a href="http://www.leroymerlin.com.br">http://www.leroymerlin.com.br</a>	Corte da MO seca
Termômetro	2	un	1 Termômetro/Central de Composteiras	R\$ 25.00	R\$ 50.00	<a href="http://www.alibaba.com">http://www.alibaba.com</a>	Medição da Temperatura
Saco de Raffie	600	un	2 Sacos de Raffie/Residencia	R\$ 1.00	R\$ 600.00	<a href="http://produto.mercadolivre.com.br">http://produto.mercadolivre.com.br</a>	Armazenamento da Serragem nas Casas
Recipiente 600 ml	300	un	1 Recipiente/Bacia Sanitária	R\$ 4.65	R\$ 1,395.00	<a href="http://www.deliveryextra.com.br/">http://www.deliveryextra.com.br/</a>	Transpor a serragem
Casa Pequena Tipo 6	2	un	1 Casa Pequena tipo 6/ Central de Composteiras	R\$ 5,000.00	R\$ 10,000.00	ONG TETO	Depósito de Ferramentas e Serragem

**Custo Total Inicial**

**R\$ 81,159.72**

**Custo Total Inicial Ajustado (10%)**

**R\$ 89,275.69**

- Fase de Operação

Material	Quantidade	Unidade	Custo Unitário	Custo total	Empresa	Função
Serragem	32	m <sup>3</sup>	R\$ 10.00	R\$ 320.00	<a href="http://www.flaviense.com.br/">http://www.flaviense.com.br/</a>	Equilíbrio de Nutrientes e Contenção de Odor
Água	6144	litro	R\$ 0.06	R\$ 337.92	<a href="http://www.plusaguapotavel.com.br">http://www.plusaguapotavel.com.br</a>	Higienização dos baldes (2 litros /balde coletado)
Matéria orgânica seca	58	m <sup>3</sup>	-	-	-	Equilíbrio de Nutrientes e Proteção da Composteira
Sabonete Neutro	50	un	R\$ 1.10	R\$ 54.90	<a href="http://www.deliveryextra.com.br">http://www.deliveryextra.com.br</a>	Higienização dos baldes
Salário Operador	2	salário mínimo	R\$ 953.00	R\$ 1,906.00	-	Retorno financeiro aos operadores
Incentivo Financeiro	300	família	R\$ 20.00	R\$ 6000.00	-	Incentivar a participação da população

**Custo Mensal Operacional sem Incentivo R\$ 2,618.82**

**Custo Mensal Operacional com Incentivo R\$ 8,618.82**

**Custo Total Operacional Ajustado (20%) R\$ 9,142.58**

# APÊNDICE C – APRESENTAÇÃO DO TRABALHO

Universidade Federal do Rio de Janeiro - Escola Politécnica

Elaborado por:  
Luis Otavio Porto  
Luiz Gabriel Simões

Orientadora:  
Helosa Firmo

Rio de Janeiro, Abril 2016

**TETO**

**Banheiro Seco como Solução Sanitária para comunidades em Extrema Pobreza**

**Um estudo de Caso de Jardim Gramacho**

## Sumário

Introdução

Referencial Teórico

Referência Bibliográfica

Estudo de Caso

Conclusão

Jardim Gramacho

estudo seco como solução sanitária para comunidades em extrema pobreza - um estudo de caso de Jardim Gramacho | Luis Otavio Porto e Luiz Gabriel Simões

## 1. Introdução

Sanearmento Básico

- Sanearmento no mundo - OMS, 2015
  - 7.500 mortes (5 mil crianças) por dia, devido à falta de saneamento
  - 2,4 bilhões de pessoas carecem de saneamento básico.
- Sanearmento no Brasil - SNIS, 2013
  - 51,4% da população não é atendida por rede coletora de esgoto.
  - 61% do esgoto gerado não é tratado.

estudo seco como solução sanitária para comunidades em extrema pobreza - um estudo de caso de Jardim Gramacho | Luis Otavio Porto e Luiz Gabriel Simões

## 1. Introdução

RELACÃO: Nº DE INTERNAÇÕES GASTROINTESTINAIS E POPULAÇÃO COM ACESSO A ESGOTO (SNIS, 2013)

População com acesso a esgoto (%)	Nº de internações gastrointestinais
20,0%	600.000
22,5%	550.000
24,0%	500.000
25,0%	450.000
26,0%	400.000
27,5%	350.000
29,0%	300.000
30,0%	250.000
31,0%	200.000
32,5%	150.000
34,0%	100.000
35,0%	50.000
36,0%	0

Objetivo:  
Propor um modelo de banheiro seco viável economicamente a ser desenvolvido na comunidade de Jardim Gramacho, em conjunto com o modelo de trabalho da ONG TETO, que poderá impactar positivamente na saúde, bem-estar e cooperação da região.

Justificativa:

- Falta de saneamento. Ex.: 6 milhões de brasileiros não possui acesso a nenhuma forma banheiro (OMS, 2014)
- Populações vulneráveis. Ex.: 6,2 milhões de pessoas em pobreza extrema no Brasil (IBGE, 2014)
- Problema de saúde pública. Ex.: Cada USD 1,00 investido em Saneamento melhora USD 4,30 em Saúde (OMS, 2014)

estudo seco como solução sanitária para comunidades em extrema pobreza - um estudo de caso de Jardim Gramacho | Luis Otavio Porto e Luiz Gabriel Simões

## 1. Introdução

❑ Ciclo vicioso da exposição e contaminação por patógenos

Interrompido

❑ Fechamento do ciclo de nutrientes

Intacto

Como pôr em prática o fechamento do ciclo?

BANHEIRO SECO

## 2. Referencial Teórico

❑ Extrema Pobreza

População que não dispõe quantitativamente de rendimentos financeiros que garantam o mínimo de qualidade de vida e sobrevivência.

❑ Faixas de renda per capita:

1. Extrema Pobreza - até R\$ 70,00
2. Pobreza - até R\$ 140,00
3. Vulneráveis a pobreza - até R\$ 255,00 (PNUD, 2013)

❑ TETO

Objetivo: Superar a situação de extrema pobreza através da ação conjunta de seus moradores e jovens voluntários.

## 2. Referencial Teórico

❑ Modelo de Trabalho TETO

## 3. Revisão Bibliográfica

ACEPSJ

In Loco

Propriedade particular

ONG Gato Village

ONG TECHO Ecuador

Humanitas Handbook

Operacional

### 3. Revisão Bibliográfica

#### In Loco

- ✓ Similaridade com Modelo Hidráulico
- ✗ Possível Permanência de Patógenos
- ✗ Odor Desagradável
- ✗ Custo Elevado

#### Operacional

- ✓ Ausência de Odor
- ✓ Eliminação de Patógenos
- ✓ Simplicidade Tecnológica
- ✓ Baixo Custo
- ✗ Necessidade de Operação
- ✗ Aversão a Retenção dos Dejetos
- ✗ Desconfiança dos Processos



ATENÇÃO: BICO COMO SOLUÇÃO SUSTENTÁVEL PARA COMUNIDADES EM SITUAÇÃO DE RISCO - UM ESTUDO DE CASO DE JARDIM GRAMACHO      SAFETY FIRST: THE BICO UNIT

### 3. Revisão Bibliográfica

#### Banheiro Seco – Haiti / GheLove

- Santo Village
- 270 famílias
- 1350 pessoas
- 2 centrais
- 32 composteiras
- 6 operadores
- 20 litros Baldo

#### Compostagem Termofílica



Um dia a 50°C é uma combinação de tempo e temperatura que leva à morte de todos os patógenos comuns que podem ser transmitidos por humanos. Temperaturas mais altas exigem tempo de exposição mais longos.

Os limites parâmetros de patógenos indicados incluem: vírus, bactérias, protozoários, helmintos, plantas, fungos, mamíferos e Zoonoses Bacterianas.

Fonte: Hennevis, 2008

**Comunidade**

**Modelo**

**Sistema**

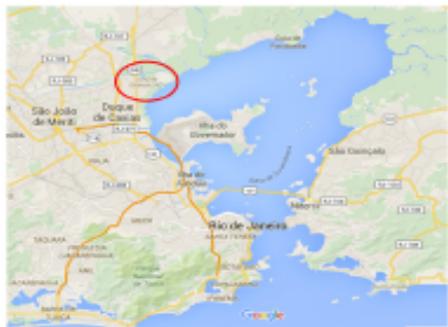
**Resultados**

- Humanure Handbook
- Sistema Operacional
- Compostagem Termofílica
- 25 m³ dejetos humanos
- 30 m³ de bagaço (cana de açúcar)
- 9 meses de compostagem
- 62,5 m³ de húmus/ano

ATENÇÃO: BICO COMO SOLUÇÃO SUSTENTÁVEL PARA COMUNIDADES EM SITUAÇÃO DE RISCO - UM ESTUDO DE CASO DE JARDIM GRAMACHO      LES COMPOSTERS & LES COMPOSTERS

### 4. Estudo de Caso

#### Jardim Gramacho



**Dados**

- Duque de Caxias, Rio de Janeiro
- Funcionamento de 1978 a 2012

**Projeto**

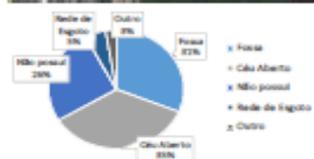
- 20 anos e 3 mil ton. de esgoto/dia
- Rio de Janeiro, Duque de Caxias, São João de Meriti, Nilópolis, Quilombada Novaquitã

**Operação**

- 34 anos e 9,5 mil ton. resíduos/dia
- 1.700 catadores

**Termino**

- Compensação financeira R\$ 14.000,00
- 2 milhões de litros de chorume/dia



ATENÇÃO: BICO COMO SOLUÇÃO SUSTENTÁVEL PARA COMUNIDADES EM SITUAÇÃO DE RISCO - UM ESTUDO DE CASO DE JARDIM GRAMACHO      LES COMPOSTERS & LES COMPOSTERS

### 4. Estudo de Caso

**TETO**

- Início 2013
- 204 enquetes = 602 pessoas

**População**

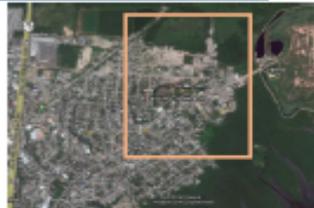
- 60% até 24 anos
- 75% chefe de família mulheres

**Saneamento**

- 65% não possui Rede de Esgoto ou Fossa
- 75% não possui acesso a água

**Renda**

- R\$ 205,00 média salarial (pessoa ativa)
- R\$ 147,00 média per capita (58% até 1º salário mínimo)



**Renda**



— Masculino    — Feminino    — Salário Mínimo

ATENÇÃO: BICO COMO SOLUÇÃO SUSTENTÁVEL PARA COMUNIDADES EM SITUAÇÃO DE RISCO - UM ESTUDO DE CASO DE JARDIM GRAMACHO      LES COMPOSTERS & LES COMPOSTERS

### 4. Estudo de Caso

**Dimensionamento**

30 novos casos  
100 casos  
300 pessoas

300 banheiros projetados  
960 pessoas atendidas

serviço socio como solução sustentável para comunidades em situação precária - um estudo de caso de Jaramá, Guatemala Soluções para um mundo melhor

### 4. Estudo de Caso

**Geração de Dejetos Humanos**

Serragem + Dejetos Humanos

Volume: 1,0 balde/ pessoa \* mês

2/3 preenchido ≈ 10 Kg Balde: 10 litros

1536 baldes = 19 m³

**Proporções Volumétrica**

3:1:1

1,2 m  
3,2 m  
2,4 m ≈ 10 m³

serviço socio como solução sustentável para comunidades em situação precária - um estudo de caso de Jaramá, Guatemala Um planeta para o futuro

### 4. Estudo de Caso

**Compostagem Mensal**

Volume ≈ 60 m³ ou 6 Composteiras

10 m³ 10 m³ 10 m³ 10 m³ 10 m³

Serragem Dejetos Humanos Folhas Secas Adubo Resíduo de Alimentos

serviço socio como solução sustentável para comunidades em situação precária - um estudo de caso de Jaramá, Guatemala Soluções para um mundo melhor

### 4. Estudo de Caso

**Fonte de Carbono Mensal**

Folha Seca Volume: 10 m³

Relação C:N Ótima -> 25:1 - 30:1

Serragem Volume: 12 m³

**Tempo de Compostagem: 9 meses**

-50%

6 meses

3 meses

serviço socio como solução sustentável para comunidades em situação precária - um estudo de caso de Jaramá, Guatemala Um planeta para o futuro

**4. Estudo de Caso**

□ Número de Composteiras:

- Composteiras Geradas: Aporte mensal
- Composteiras Livres: Remanejamento + Fim do Processo
- Composteiras Usadas: Geradas - Livres
- Total Composteiras : Total Acumulado + Usadas

	1 mês	2 meses	3 meses	4 meses	5 meses	6 meses	7 meses	8 meses	9 meses	10 meses
Composteiras Geradas	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Composteiras Livres	0	0	0	0	0	0	3	3	6	6
Composteiras Usadas	6	6	6	6	6	6	3	3	0	0
Total de Composteiras	6	12	18	24	30	36	30	42	45	45

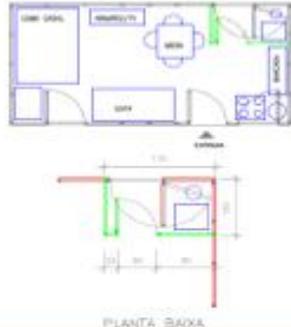
• Serão 46 composteiras por margem de segurança e desenvolvimento de 2 centrais de composteiras iguais.

**4. Estudo de Caso**

□ Bacia Sanitária



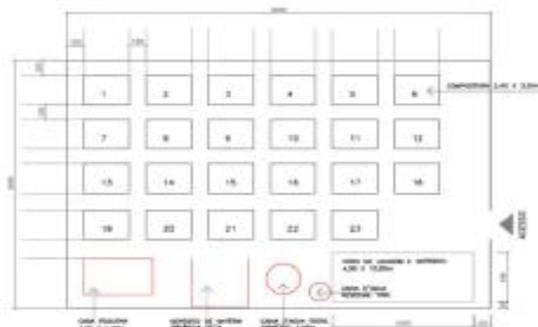
□ Localização Casa Grande- Tipo 6:



PLANTA: BAIXA

**4. Estudo de Caso**

□ Central de Composteiras:



**4. Estudo de Caso**

□ Localização



### 4. Estudo de Caso

Área A – Quatro Rodas

Área B – Remanso

Terranos: 20m x 30m  
Área: 600 m<sup>2</sup>

### 4. Estudo de Caso

- 2 Operadores do Sistema – Contratados
- Horários de Entrega e Coleta das Baldes:
  - Área A – Quatro Rodas: Terça-Feira (13 – 18 hrs) e Sábados (7 – 11 hrs)
  - Área B – Remanso: Segunda-Feira (7 – 11 hrs) e Quinta-Feira (13 – 18 hrs)
- 1500 baldes = 900 baldes nas casas + 600 baldes nas centrais
- Manejo da Composteira:

**Fase 1 – Preparo:** Base de composteira: 30 cm de galhos + cama de folhas secas

➔

**Fase 2 – Despejo:** Despejar o Resíduo no centro da Composteira

➔

**Fase 3 – Cobertura:** Cobrir todo o material na parte central e lateral da composteira

➔

**Fase 4 – Ações Subsequentes:** Preenchimento da Composteira até que a mesma fique completa

### 4. Estudo de Caso

□ Higienização dos Baldes

1. Limpeza Manual : Água + Sabão Neutro (2 vezes)

Caixa de água 5000L
X 20 baldes (≈ 200)
Caixa de água 100L
Composteira

2. Incidência Solar Direta (um dia):

### 4. Estudo de Caso

□ Custo de Implantação

Item	Percentage
Higiene e Segurança	12%
Infraestrutura	23%
Baldes	25%
Madureira	40%

Valor Total : R\$ 90.000



### 5. Conclusão

**Ganhos anuais**

- 280 mil litros de urina
- 56 toneladas de fezes
- Intecções Gastrointestinais
- + 115 m<sup>3</sup> de adubo

**Possíveis Entraves**

- Aceitabilidade do Projeto:
  - Participação Ativa
  - Recorabiia
- Garantia Qualidade Composto
- Obtenção de Material
- Custelo do Projeto

**Solução:** Informação à População, Formação Operadores e Elaboração de Parceria

### 5. Conclusão

- Alternativa viável dos pontos de vista econômico, cultural, operacional e tecnológico.
- Melhorias na comunidade: Saúde, Movimentação Financeira e Senso de Cooperação.
- Redução da poluição na Baía de Guanabara.

**Parâmetros de cálculo informais – embasamento em dados práticos.**

- Estímulo a projetos na área de Engenharia Social.

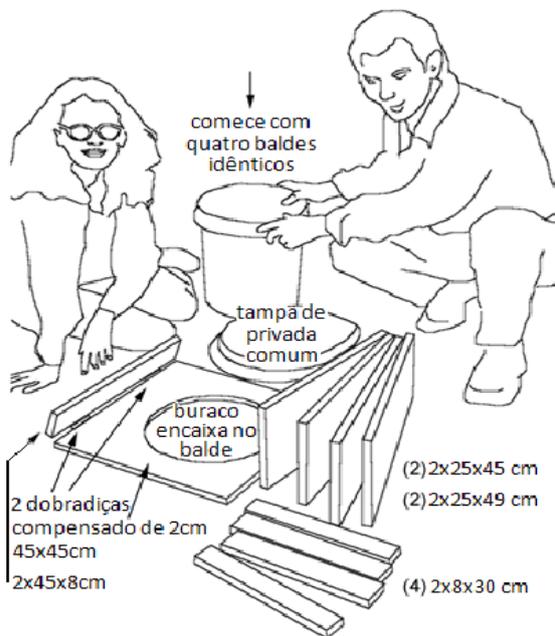
**Desenvolvimento de trabalhos futuros.**

- Colocar em prática.



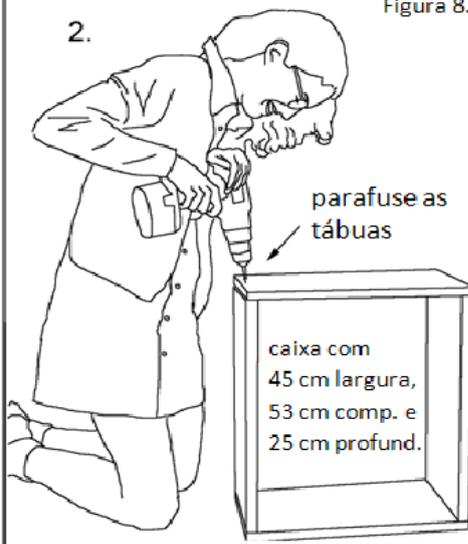
## ANEXO A – CONSTRUÇÃO DO BANHEIRO

### BANHEIRO DE HUMANURE DE \$ 25 1.

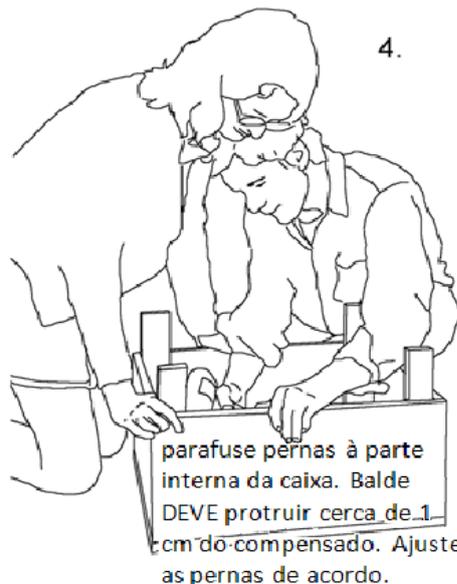


2.

Figura 8.1



4.



3.



5.



6.

assento de privada ajustado



## BANHEIRO DE HUMANURE DE \$ 25 (CONTINUAÇÃO)

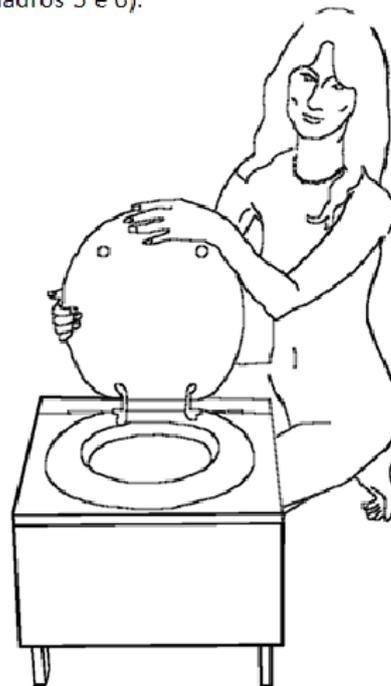


### Marque buracos para prender o assento

Um gabinete de banheiro de humanure terá 45 cm de largura e 53 cm de comprimento. Pegue duas tábuas (2 cm de espessura) de 25x45 cm e duas de 25x49 cm. Pegue duas dobradiças, um compensado (2cm espessura) de 45x45 cm e um de 45x8 cm. Prenda-os com as dobradiças.

Corte um buraco no compensado de 45x45 para encaixar na boca de um balde de 25 litros. Posicione o buraco a apenas 4 cm da borda do compensado. Comece com quatro baldes idênticos. Compre um assento de privada comum.

Na hora de parafusar as pernas à parte interna da caixa, faça com que a superfície superior da caixa fique cerca de 1 a 1,5 cm abaixo da borda do balde (o topo do balde deve protruir-se através da caixa). Isso permitirá que a borda do balde fique encostada ao assento da privada (razão pela qual os apoios de plástico do assento são desviados lateralmente como mostrado nos quadros 5 e 6).



9. Monte seu assento. Pinte ou envernize a madeira. Pronto, você agora tem um banheiro compostável!

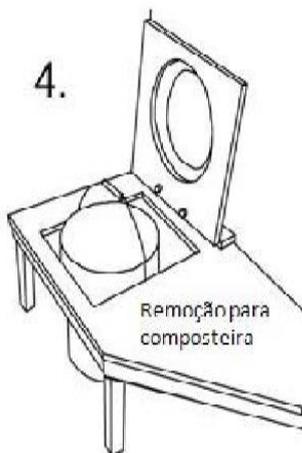
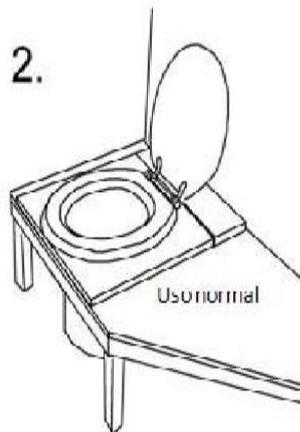


Figura 8.2  
**BANHEIRO DE HUMANURE ENCRUSTADO COM ASSENTO ARTICULADO**

O diagrama acima e fotos abaixo mostram uma privada de humanure simples instalada permanentemente em um banheiro. O recipiente coletor fica diretamente sobre o solo. Uma tampa de privada comum é presa a um compensado quadrado de 45 cm de lado, que é preso por dobradiças permitindo fácil acesso para remoção do material de composto. Buraco para o balde fica a 4 cm da borda do compensado. Superfície superior do compensado fica 1 a 1,5 cm mais baixa que a borda do balde permitindo que o balde protrua-se através do gabinete entrando em contato com o assento. Apoios plásticos na parte inferior do assento são postos de lado permitindo encaixe no balde. Exemplar do banheiro é mostrado abaixo.

# ANEXO B – MAPA DE JARDIM GRAMACHO (QUATRO RODAS)

