



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS NATURAIS  
MESTRADO EM RECURSOS NATURAIS**

**WANDERSON BARBOSA DA SILVA FEITOSA**

**CARACTERIZAÇÃO E ALTERNATIVAS DE TRATAMENTO DE RESÍDUOS  
SÓLIDOS PRODUZIDOS EM PEQUENAS COMUNIDADES DE  
REGIÃO SEMI-ÁRIDA.**

**CAMPINA GRANDE – PB  
AGOSTO DE 2010**

**CARACTERIZAÇÃO E ALTERNATIVAS DE TRATAMENTO DE RESÍDUOS  
SÓLIDOS PRODUZIDOS EM PEQUENAS COMUNIDADES DE  
REGIÃO SEMI-ÁRIDA.**

**WANDERSON BARBOSA DA SILVA FEITOSA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Recursos Naturais da Universidade Federal de Campina Grande, em cumprimento aos requisitos necessários para obtenção do título de mestre em Recursos Naturais.

**Área de concentração:** Processos Ambientais

**Linha de pesquisa:** Tratamento e Uso de Resíduos Ambientais

**ORIENTADORES:**

**PROF. DR. JOSÉ TAVARES DE SOUSA**

**PROF. DR. WILTON SILVA LOPES**

**CAMPINA GRANDE – PB**

**2010**

**WANDERSON BARBOSA DA SILVA FEITOSA**

**CARACTERIZAÇÃO E ALTERNATIVAS DE TRATAMENTO DE RESÍDUOS  
SÓLIDOS PRODUZIDOS EM PEQUENAS COMUNIDADES DE  
REGIÃO SEMI-ÁRIDA.**

**Aprovado em: 31/08/2010**

**BANCA EXAMINADORA**

**Prof. Dr. José Tavares de Sousa**

Universidade Federal de Campina Grande  
ORIENTADOR

**Prof. Dr. Wilton Silva Lopes**

Universidade Estadual da Paraíba  
CO-ORIENTADOR

**Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Vera Lúcia Antunes de Lima**

Universidade Federal de Campina Grande  
EXAMINADORA INTERNA

**Prof. Dr. Valderí Duarte Leite**

Universidade Estadual da Paraíba  
EXAMINADOR EXTERNO

F311c	<p>Feitosa, Wanderson Barbosa da Silva Caracterização e alternativas de tratamento de resíduos sólidos produzidos em pequenas comunidades de Região Semi-árida / Wanderson Barbosa da Silva Feitosa. — Campina Grande, 2010. 108 f : il. color.</p> <p>Dissertação (Mestrado em Recursos Naturais) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais. Referências. Orientador: Prof. Dr. José Tavares de Sousa; Co-orientador: Prof. Dr. Wilton Silva Lopes.</p> <p>1. Lodos de Tanques Sépticos 2. Resíduos Sólidos Orgânicos 3. Co-compostagem I. Título.</p> <p>CDU 628.4 (043)</p>
-------	---

A Deus  
Aos meus pais

## AGRADECIMENTOS

A Deus, por conceder a todos o direito da vida e da sabedoria.

Ao meu avô Manuel Nunes Feitosa (*in memoriam*) pelos bons momentos, pelo apoio e pelas lições de vida que me foram repassadas.

Aos meus pais Iracema e Vandemberg, pelo apoio incondicional, afeto e por serem meu exemplo de determinação e caráter.

A minha irmã Ingrid, pela paciência e por compartilhar momentos em família.

Aos professores José Tavares e Wilton Silva, pela orientação, paciência e confiança cedida durante a trajetória de graduação e mestrado.

Aos Professores e estudantes que compõem a equipe da EXTRABES, por participarem das etapas dessa conquista, dando apoio sempre que solicitados.

Aos Professores e funcionários do CTRN, por me proporcionar a chance de contribuir com conhecimentos adquiridos nos últimos anos.

A Ângela Carolina e Hindria Renally pelo apoio, paciência e companheirismo durante a execução do projeto.

A Professora Monica Maria, pela amizade e pelo conhecimento repassado na área da Educação Ambiental.

Ao CNPq pela concessão de bolsa e a FUNASA pelo financiamento da pesquisa.

A Todos aqueles que de alguma forma contribuíram para minha obtenção do Título de Mestre.

*“Somos um produto de nossas escolhas”*

*Andrea Pagano*

## SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	ix
LISTA DE TABELAS	xi
LISTA DE SIGLAS	xii
LISTA DE APÊNDICES	xiii
RESUMO	xiv
ABSTRACT	xv
<b>1. INTRODUÇÃO</b>	<b>16</b>
<b>2. OBJETIVOS</b>	<b>19</b>
2.1 Objetivo Geral.....	19
2.2 Objetivos Específicos.....	19
<b>3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b>	<b>20</b>
3.1. Saneamento Ambiental.....	20
3.2. Lodos de Esgotos Domésticos.....	20
3.3. Problemas Referentes à Falta de Destinação Correta do Lodo.....	22
3.4. Tanque Séptico.....	24
3.5. Resíduos Sólidos Urbanos .....	25
3.6. Compostagem.....	26
3.7. Parâmetros que Controlam a Compostagem.....	28
3.7.1. Aeração.....	28
3.7.2. Temperatura.....	29
3.7.3. Umidade.....	30
3.7.4. Relação C/N.....	30
3.7.5. pH.....	31
3.8. Qualidade do Composto.....	32
3.9. Estratégias Adotadas para o Repasse do Conhecimento à Comunidade.....	34
<b>4. MATERIAL E MÉTODOS</b>	<b>35</b>
4.1. Escolha do Município e Visitas de Reconhecimento da Área Objeto de Estudo.....	35
4.2. Delimitação da Amostragem.....	35
4.3. Processo de Sensibilização.....	36
4.4. Caracterização de Lodo Produzido em Tanque Séptico Unifamiliar e Resíduos Sólidos Orgânicos.....	37
4.5. Descrição do Sistema Experimental.....	39
4.6. Montagem e Monitoramento do Sistema Experimental.....	41
4.9. Teste de Germinação dos Compostos Obtidos nas Pilhas 1 e 2.....	43
<b>5. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS</b>	<b>46</b>
5.1. Apresentação do Projeto aos Gestores Municipais.....	46

---

5.2. Apresentação do Projeto aos Líderes Comunitários.....	46
5.3. Delineamento e Aplicação de Estratégias em Educação Ambiental....	47
5.4. Questionário Aplicado aos Moradores do Distrito de Malhada da Roça.....	49
5.5. Resultados da Caracterização Qualitativa dos Lodos Coletados em Vinte Tanques Sépticos do Distrito de Malhada da Roça.....	51
5.6. Resultados da Caracterização Qualitativa e Quantitativa dos Resíduos Sólidos Coletados em Vinte Residências do Distrito de Malhada da Roça.....	53
5.7. Caracterização dos Constituintes na Co-compostagem.....	56
5.8. Resultados do Monitoramento do Sistema Experimental.....	57
5.8.1. Teor de Umidade.....	57
5.8.2. Monitoramento da Temperatura.....	60
5.8.3. Sólidos Totais Voláteis.....	62
5.8.4. Relação C/N.....	63
5.8.5. pH.....	65
5.8.6. Nutrientes.....	67
5.9. Qualidade dos Compostos Produzidos.....	73
5.10. Concentração de Ovos de Helminthos nos Compostos Produzidos....	75
5.11. Resultados do Teste de Germinação com Compostos Obtidos nas Pilhas 1 e 2.....	77
5.11.1. Análise Estatística do Índice de Germinação.....	78
<b>6. CONCLUSÕES</b>	<b>81</b>
<b>7. REFERÊNCIAS</b>	<b>83</b>



## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b>	Métodos para tratamento e destino final do lodo.....	21
<b>Figura 2.</b>	Esquema de tanque séptico.....	25
<b>Figura 3.</b>	Localização do município de São João do Cariri/PB.....	35
<b>Figura 4.</b>	Bomba de sucção manual para a coleta de lodo de tanque séptico..	37
<b>Figura 5.</b>	Coleta de lodos em tanque séptico unifamiliar no Distrito de Malhada da Roça, Município de São João do Cariri, semi-árido paraibano.....	38
<b>Figura 6.</b>	Esquema do pátio de compostagem.....	40
<b>Figura 7.</b>	Esquema das unidades de tratamento.....	41
<b>Figura 8.</b>	Pilha de co-compostagem (Lodo de Tanque + RV + Folhas de Poda).....	41
<b>Figura 9.</b>	Pilha de co-compostagem (Lodo de Tanque + Esterco Bovino).....	42
<b>Figura 10.</b>	Instalações do teste de fitotoxicidade no dia de montagem.....	45
<b>Figura 11.</b>	Percentuais médios da caracterização gravimétrica dos resíduos coletados no distrito de Malhada da Roça.....	54
<b>Figura 12.</b>	Destino dado aos resíduos sólidos orgânicos gerados no distrito de Malhada da Roça.....	55
<b>Figura 13.</b>	Comportamento de evolução temporal do teor de umidade (%) na Pilha 1.....	59
<b>Figura 14.</b>	Comportamento de evolução temporal do teor de umidade (%) na Pilha 2.....	59
<b>Figura 15.</b>	Comportamento da evolução temporal das temperaturas no topo, centro e base da Pilha 1 e da temperatura ambiente.....	61
<b>Figura 16.</b>	Comportamento da evolução temporal das temperaturas no topo, centro e base da Pilha 2 e da temperatura ambiente.....	61
<b>Figura 17.</b>	Comportamento da evolução temporal na redução de sólidos totais voláteis no composto da pilha 1.....	63
<b>Figura 18.</b>	Comportamento da evolução temporal na redução de sólidos totais voláteis no composto da pilha 2.....	63
<b>Figura 19.</b>	Comportamento da evolução temporal da relação C/N na Pilha 1.....	64
<b>Figura 20.</b>	Comportamento da evolução temporal da relação C/N na Pilha 2.....	65
<b>Figura 21.</b>	Comportamento da evolução temporal do pH no composto da pilha1.....	66
<b>Figura 22.</b>	Comportamento da evolução temporal do pH no composto da pilha2.....	67
<b>Figura 23.</b>	Comportamento da evolução temporal de percentual do NTK no composto da pilha 1.....	68
<b>Figura 24.</b>	Comportamento da evolução temporal de percentual do NTK no composto da pilha 2.....	68
<b>Figura 25.</b>	Comportamento da evolução temporal de percentual de fósforo na pilha 1.....	69
<b>Figura 26.</b>	Comportamento da evolução temporal de percentual de fósforo na pilha 2.....	69
<b>Figura 27.</b>	Comportamento da evolução temporal de percentual de sódio na pilha 1.....	70
<b>Figura 28.</b>	Comportamento da evolução temporal de percentual de sódio na pilha 2.....	71

---

<b>Figura 29.</b>	Comportamento da evolução temporal de percentual de potássio na pilha 1.....	72
<b>Figura 30.</b>	Comportamento da evolução temporal de percentual de potássio na pilha 2.....	72
<b>Figura 31.</b>	Comportamento da temperatura em função do tempo de compostagem conjugada de lodo de tanque com esterco bovino.....	73
<b>Figura 32.</b>	Decaimento de ovos de helmintos na pilha 1.....	75
<b>Figura 33.</b>	Decaimento de ovos de helmintos na pilha 2.....	76
<b>Figura 34.</b>	Resultados referentes ao teste de germinação aplicado ao composto produzido.....	79

---

**LISTA DE TABELAS**

<b>Tabela 1.</b>	Critérios de classificação de biossólidos segundo a normatização dos Estados Unidos.....	32
<b>Tabela 2.</b>	Lodos de esgoto ou produto derivado - substâncias inorgânicas....	33
<b>Tabela 3.</b>	Natureza física dos fertilizantes orgânicos.....	34
<b>Tabela 4.</b>	Parâmetros físico-químicos e parasitológicos e seus métodos adotados na caracterização dos resíduos sólidos orgânicos e no lodo de tanque séptico.....	39
<b>Tabela 5.</b>	Parâmetros físico-químicos e parasitológicos e seus métodos adotados na caracterização dos constituintes na co-compostagem conjugada.....	43
<b>Tabela 6.</b>	Organização das parcelas do teste de germinação.....	44
<b>Tabela 7.</b>	Resultados da caracterização físico-química dos Lodos de Tanques Sépticos.....	52
<b>Tabela 8.</b>	Características dos tanques sépticos unifamiliar estudados em Malhada da Roça, semiárido paraibano. (TS – Tanque séptico)....	53
<b>Tabela 9.</b>	Resultados da caracterização Gravimétrica dos Resíduos Sólidos Coletados nas Vinte Residências do Distrito de Malhada da Roça.	54
<b>Tabela 10.</b>	Resultados da caracterização físico-química dos resíduos sólidos orgânicos produzidos no distrito de Malhada da Roça.....	56
<b>Tabela 11.</b>	Resultados da caracterização dos componentes de co-compostagem com lodo de tanque, resíduos sólidos orgânicos e folhas de poda.....	56
<b>Tabela 12.</b>	Resultados da caracterização dos componentes de co-compostagem com lodo de tanque e esterco bovino.....	57
<b>Tabela 13.</b>	Adição de água e altura na pilha 1.....	58
<b>Tabela 14.</b>	Adição de água e altura na pilha 2.....	58
<b>Tabela 15.</b>	Caracterização da massa final resultante das pilhas de co-compostagem.....	74
<b>Tabela 16.</b>	Frações de nitrogênio total Kjeldahl, fósforo e potássio presentes no adubo pó.....	75
<b>Tabela 17.</b>	Resultados referentes ao teste de germinação aplicado ao composto produzido.....	77
<b>Tabela 18.</b>	Médias das parcelas dos Índices de germinação (%)......	78

**LISTA DE SIGLAS**

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas

ABRELPE - Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais

APHA - American Public Health Association

C/N - Carbono/Nitrogênio

CONAMA - Conselho Nacional de Meio Ambiente

COT- Carbono Orgânico Total

FUNASA - Fundação Nacional de Saúde

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

NBR - Norma Brasileira

NTK - Nitrogênio Total Kjeldahl

P - Fósforo

pH - Potencial Hidrogeniônico.

RSU - Resíduos sólidos urbanos

ST- Sólidos Totais

STV - Sólidos Totais Voláteis

USEPA - United States Environmental Protection Agency

WEF - Water Environmental Federation

---

**LISTA DE APÊNDICES**

<b>APÊNDICE A.</b>	Termo aplicado aos moradores que aceitaram participar do projeto.....	90
<b>APÊNDICE B.</b>	Questionário aplicado aos moradores, em visitas as residências.....	91
<b>APÊNDICE C.</b>	Convite e programação do seminário I.....	95
<b>APÊNDICE D.</b>	Fotos do seminário I.....	97
<b>APÊNDICE E.</b>	Folheto entregue durante o seminário I.....	98
<b>APÊNDICE F.</b>	Convite para discussão sobre as atividades que foram aplicadas após o seminário I.....	100
<b>APÊNDICE G.</b>	Folheto entregue durante a discussão sobre as atividades que foram aplicadas após o seminário I – ênfase as cores da coleta seletiva.....	101
<b>APÊNDICE H.</b>	Folheto entregue durante o seminário II juntamente ao convite do “cinema na rua”.....	102
<b>APÊNDICE I.</b>	Fotos do seminário II.....	104
<b>APÊNDICE J.</b>	Campanha de coleta dos resíduos orgânicos nas residências – anúncio em carro de som.....	105
<b>APÊNDICE L.</b>	Campanha de coleta dos resíduos orgânicos nas residências – folhetos entregues nas residências.....	106
<b>APÊNDICE M.</b>	Reuniões com professores e alunos nas escolas.....	107
<b>APÊNDICE N.</b>	Mini-cursos oferecidos aos moradores.....	108

## RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo realizar a quantificação e caracterização por métodos físicos e químicos do lodo de tanque séptico e dos resíduos sólidos domiciliares produzidos pela população residente no distrito de Malhada da Roça, município de São João do Cariri/PB, pequena comunidade de região semi-árida que utiliza tanques sépticos nos seus domicílios. Durante o desenvolvimento do projeto foram realizados encontros e oficinas com a participação da comunidade estudada, buscando trocar experiência com relação à caracterização de lodo de tanques sépticos, de resíduos sólidos orgânicos domiciliares e agrícolas, de processo de co-compostagem com vistas a difundir esses conhecimentos e superar preconceito em relação ao uso de adubo orgânico originado de lodo de esgoto. No propósito de contribuir e ampliar o conhecimento junto à comunidade de Malhada da Roça distrito de São João do Cariri/PB foram instaladas e monitoradas em escala Piloto duas pilhas de co-compostagem: pilha 1, compostando resíduos vegetais (resto de legumes e cascas de fruta), lodo de tanque séptico e folhas de poda; pilha 2, compostando esterco bovino e lodo de tanque séptico. O processo de co-compostagem de ambas as pilhas mostrou-se eficiente na remoção de ovos de helmintos, produzindo, portanto, composto (biossólidos) de boa qualidade sanitária podendo ser utilizado no solo para a agricultura conforme a Instrução Normativa N° 25, de 2009, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2009). Compostar lodo de tanque séptico com resíduos vegetais produzirá cerca de 11% de biossólidos enquanto a compostagem de lodo com esterco bovino produzirá de 50% à 72% de composto com grande maioria na forma de pó (82%), espessura de 2mm atendendo aos requisitos da legislação (BRASIL, 2006).

**PALAVRAS-CHAVE:** lodos de tanques sépticos; resíduos sólidos orgânicos; co-compostagem.

## ABSTRACT

The current work had as objective to realize the quantification and characterization by physical and chemical methods from sludge of septic tank and from solid home residues produced by the resident population in “Malhada da Roça” municipal district of “São João do Cariri/PB”, little community of semi-arid region that uses septic tanks in their homes. During the project development meetings and workshops were held with the participation of the community studied, aiming to exchange experience with regard to the characterization of sludge from septic tanks, solid waste and household organic farming, co-composting process with a view to disseminating this knowledge and overcome prejudice against the use of organic manure originated from sewage sludge. In purpose to contribute and to amplify the knowledge with the community “Malhada da Roça”, district of “São João do Cariri/PB” were installed and monitored in two pilot scale co-composting piles: pile one, composting vegetable residues (legumes and fruit’s barks leftovers), sludge from septic tank and pruned leafs; pile two, composting manure and sludge from septic tank. The co-composting process of both piles are efficient in removing helminthes eggs, producing, however, compost (biossolid) of good sanitary quality that can be used in soil to agriculture conform the Normative Instructure N° 25, from 2009, from Agriculture Minister, Cattle Breeding and Supply (BRAZIL, 2009). To Composting sludge from septic tank with vegetable residues will produce about 11% of biossolids during the composting of sludge with manure will produce since 50% to 72% of composting with greatest majority in dust way (82%), thickness of 2mm attending to requisites of legislation (BRAZIL, 2006).

**KEYWORDS:** septic tank sludge, organic residual solids, co-composting.

## 1. INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, a gestão e tratamento dos resíduos sólidos urbanos e do esgoto vêm se tornando essenciais, devido crescente geração ligada proporcionalmente a fatores sociais, educacionais e econômicos. A ausência de gestão e tratamento desencadeia uma série de problemas que provocam instabilidade ambiental.

A proliferação de vetores causadores de doenças é um dos problemas observados em regiões que não aplicam gerenciamento adequado aos resíduos que produzem. Segundo Monteiro et. al., (2006), no mundo inteiro, com algumas poucas exceções, os resíduos sólidos urbanos ainda são destinados a lixões.

No estado da Paraíba, grande maioria dos resíduos sólidos orgânicos gerados pela população urbana é descartada em lixões. A execução desta atividade ocorre sem qualquer seleção e até mesmo sem a menor perspectiva de grandes impactos a curto e longo prazo.

A fração orgânica observada em resíduos sólidos urbanos é representada por folhas de varrição e restos de alimentos. Sendo um material passível de aproveitamento, sua utilização aumentaria em muitos anos a vida útil de um aterro, o qual deveria receber somente materiais não recicláveis. Segundo a ABRELPE (2006), a fração de resíduos sólidos orgânicos no Brasil corresponde a 56% dos resíduos sólidos urbanos.

O descarte de material orgânico em aterros e lixões gera subprodutos indesejáveis e de difícil tratamento. Segundo Andreoli (2001), a disposição em aterros requer cuidados especiais em relação à seleção de local, a características de projeto que evitem a percolação de lixiviado, à drenagem dos gases gerados e ao tratamento do chorume produzido, assim como a uma operação eficiente que evite a proliferação de vetores.

Com relação ao lodo gerado durante o tratamento do esgoto, apresenta dificuldades na gestão e tratamento que permita seu posterior descarte no meio ambiente. Esta observação abrange lodos gerados principalmente a partir de tanques sépticos, os quais ainda são predominantes nas residências do interior do Estado da Paraíba. Sua utilização é justificada por vários fatores, entre eles a aplicação de recursos mínimos para construção. Segundo a Pesquisa Nacional de



Saneamento Básico (PNSB 2008), 55,2% dos municípios brasileiros tinham serviço de esgotamento sanitário por rede coletora, três pontos percentuais acima do índice verificado em 2000 (52,2%). A principal solução alternativa adotada pelos municípios que não possuíam rede de coleta de esgoto sanitário, foi a construção de fossas sépticas, que aumentou 7,4% em relação ao levantamento de 2000.

No estado da Paraíba estima-se que cerca de 200 mil domicílios utilizem fossas ou tanques sépticos e o lodo produzido em base úmida representa cerca de 600 m<sup>3</sup>/dia. O destino final desse lodo acaba sendo um grande problema que ainda não foi adequadamente resolvido (BRASIL, 2007).

Os custos com transporte do lodo a uma estação de tratamento geralmente inviabilizam a prática, fazendo com que seu descarte seja feito de forma indiscriminada, causando graves problemas socioeconômicos e ambientais. Segundo Pereira et. al., (2009), a maioria dos municípios ainda não dispõe de local específico e adequado para recebimento e tratamento do lodo. Esse é um problema grave, pois o lodo coletado e transportado é disposto em sua forma bruta, impedindo qualquer medida para redução do seu volume (desaguamento) e posterior condicionamento, tratamento e disposição final.

A legislação brasileira confirma que a responsabilidade pelos problemas que podem ser causados no destino inadequado é sempre dos produtores do resíduo, que podem ser enquadrados na própria lei de crimes ambientais (Lei nº. 9.605 de 12/02/98), a qual foi alterada pela lei que institui a Política Nacional dos Resíduos Sólidos (Lei nº. 12.305 de 02/08/2010). Agora são responsáveis pelos dejetos os fabricantes, importadores, distribuidores, comerciantes e consumidores, além dos Municípios como titulares dos serviços públicos de limpeza urbana.

O tratamento das frações orgânicas contidas em resíduos sólidos urbanos e no lodo de esgoto sanitário é alcançado a partir da prática da co-compostagem, que promove a estabilização orgânica do material, além da extinção de patógenos presentes que viriam a restringir a utilização do adubo resultante. Esta técnica prevê a mistura dos resíduos, resultando num substrato com composição ideal que aperfeiçoe o andamento do processo de co-compostagem.

A alternativa para diminuição dos diversos impactos negativos decorrentes do descarte inadequado dos resíduos sólidos orgânicos e do lodo de esgoto exige a aplicabilidade de um conjunto de atividades e, conseqüentemente, envolve a investigação de uma série de fatores, entre eles socioeconômicos, políticos e culturais da população alvo, que pode ser obtida por meio de aplicação de questionário semi-estruturado. A averiguação da composição gravimétrica, físico-química e sanitária dos resíduos sólidos urbanos e do lodo de tanque séptico também representa uma atividade indispensável, na qual poderá ser indicado posteriormente o conjunto de medidas que leve a sustentabilidade ambiental.

Mediante o exposto, o principal objetivo desse trabalho consiste em quantificar e caracterizar por métodos físicos e químicos o lodo de tanque séptico e resíduos sólidos domiciliares produzidos pela população residente no distrito de Malhada da Roça, município de São João do Cariri/PB, numa perspectiva de busca da proteção ambiental.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo Geral**

Quantificar e caracterizar por métodos físicos e químicos o lodo de tanque séptico e resíduos sólidos domiciliares produzidos pela população residente no distrito de Malhada da Roça, município de São João do Cariri/PB, numa perspectiva de busca da proteção ambiental.

### **2.2 Objetivos Específicos**

Realizar diagnóstico para levantamento de questões sociais, econômicas e ambientais da população em estudo.

Realizar a caracterização física e química dos resíduos sólidos urbanos e do lodo de tanque séptico.

Apontar alternativas de tratamento para os resíduos sólidos urbanos e o lodo de tanque séptico.

Identificar e tratar organismos prejudiciais à saúde pública.

### **3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

#### **3.1. Saneamento Ambiental**

Em linhas gerais, saneamento ambiental consiste no conjunto de ações sócio-econômicas que têm por objetivo alcançar níveis de Salubridade Ambiental, por meio de abastecimento de água potável, coleta e disposição sanitária de resíduos sólidos, líquidos e gasosos, promoção da disciplina sanitária de uso do solo, drenagem urbana e controle de doenças transmissíveis com a finalidade de proteger e melhorar as condições de vida urbana e rural (BRASIL, 2006).

A Lei nº 11.445, de 05 de janeiro de 2007, estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico e para a política federal de saneamento básico, alterando e revogando leis anteriores que tratam destas diretrizes. Segundo a lei, é de fundamental importância “a articulação com as políticas de desenvolvimento urbano e regional, (...) de proteção ambiental, de promoção da saúde e outras de relevante interesse social voltadas para a melhoria da qualidade de vida, para as quais o saneamento básico seja fator determinante”.

#### **3.2. Lodos de Esgotos Domésticos**

Lodo é o material formado a partir da sedimentação, retenção e degradação de material sólido, que posteriormente, deve ser estabilizado. Segundo Metcalf e Eddy (2003), o lodo de esgoto constitui um material de composição variável e heterogênea, com características químicas, físicas e biológicas modificadas em função do tipo de sistema de tratamento de esgotos adotado.

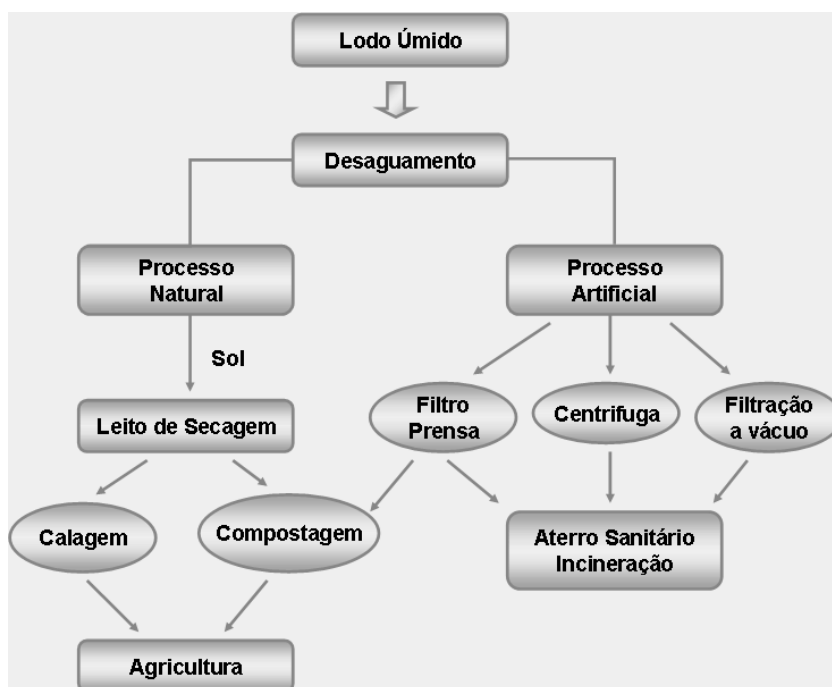
Dentre os principais problemas contidos no lodo, cita-se a presença de macronutrientes, como nitrogênio e fósforo que ocorre em decorrência de suas concentrações no afluente a ser tratado, que dependem dos hábitos sócio-econômicos da população (VAN HAANDEL & LETTINGA, 1994).

Outro inconveniente que os lodos advindos de tratamentos aeróbios ou anaeróbios apresentam é a presença de grande quantidade de ovos de helmintos, que possuem notável resistência em comparação aos demais organismos

presentes no lodo, como por exemplo, vírus e bactérias (CHERNICHARO et al, 2003).

As principais dificuldades relacionadas ao tratamento do lodo estão diretamente ligadas ao seu difícil manuseio e transporte. Os custos relacionados a estas atividades tornam-se também impedimentos às ações de gerenciamento do lodo.

O lodo de esgoto deve ser tratado adequadamente conforme esquema apresentado na Figura 1.



**Figura 1** – Métodos para tratamento e destino final do lodo

Dentre as alternativas para o gerenciamento de lodos destaca-se como primeira etapa do processo, a secagem dos lodos ou desaguamento. As tecnologias para redução do volume de lodos, mediante remoção da água livre e nos interstícios dos sólidos, podem ser classificadas como: sistemas mecânicos (centrífugas, filtros-prensa, prensa desaguadora, adensamento, filtros a vácuo) e Sistemas Naturais (lagoas de lodo e os leitos de secagem) (ACHON *et. al.*, 2008).

A alternativa de alcalinização corresponde a um método utilizado para a estabilização do lodo através da adição de produtos químicos alcalinos. A cal é um dos produtos alcalinos mais usados no saneamento com função de elevar o

pH nos digestores até 12, remover fósforo nos tratamentos avançados de efluentes, condicionar o lodo para o desaguamento mecânico e estabilizar quimicamente o lodo (AISSE et al., 1999).

### **3.3. Problemas Referentes à Falta de Destinação Correta do Lodo**

A pressão resultante do aumento da produção e dos custos de gerenciamento do lodo originou novos paradigmas no tratamento de esgotos. (ANDREOLI & PEGORINI, 2003). O rigor técnico aplicado aos altos custos no tratamento acabam impedindo a realização de gerenciamento adequado ao lodo, sendo este descartado de forma inadequada, sem tratamento algum, causando impactos ambientais a curto e longo prazos.

Os dados apresentados pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente e pelo Centro Internacional de Tecnologia Ambiental (UNEP-IETC, 2001), mostram que o crescimento acelerado e a maior abundância de plantas aquáticas freqüentemente causam a deterioração da qualidade da água; e que o aumento das cargas de nutrientes nas águas interiores em geral decorre de alterações nos mananciais, como remoção de florestas, desenvolvimento agrícola, industrial e urbanização. As condições ambientais inseridas nos corpos hídricos, da atmosfera e dos mananciais influenciam no processo de eutrofização, que por sua vez afeta a qualidade da água utilizada pela população humana.

A falta de acesso à água de boa qualidade ocasiona centenas de milhões de casos de doenças de veiculação hídrica e mais de cinco milhões de mortes a cada ano no mundo (TUNDISI, 2003).

Minc (1998) afirma que uma das principais causas da mortalidade de crianças no mundo é a diarreia associada à desidratação e à perda de peso causada pelas infecções intestinais e desenterias, as quais exemplificam doenças de veiculação hídrica.

As afirmações feitas acerca da falta de disponibilidade de água potável são decorrentes da contaminação dos mananciais pela presença de patógenos ou sobrecarga de nutrientes, causadas por falta de tratamento primário dos efluentes domésticos ou ainda pela ausência de gerenciamento do lodo gerado. Em geral, lodos de tratamento anaeróbio possuem grande quantidade de água, que torna

---

seu tratamento e manuseio difíceis por conta do grande volume ocupado. A diminuição da água contida no lodo possibilita melhores condições de trabalhos voltados a sua utilização.

Van Haandel & Lettinga (1994), apontam métodos para remoção de água do lodo, dos quais o que possui maior ênfase é a de utilização de leitos de secagem. A escolha do método de secagem depende do teor de sólidos desejado, bem como disponibilidade de recursos tecnológicos e financeiros e do tamanho da área disponível.

A presença maciça de macronutrientes no lodo, como nitrogênio e fósforo é problemática e ocorre em decorrência de suas concentrações no afluente do sistema anaeróbio, que dependem dos hábitos sócio-econômicos da população (VAN HAANDEL & LETTINGA, 1994).

Outro inconveniente que os lodos advindos de tratamentos aeróbios ou anaeróbios apresentam é a presença de grande quantidade de ovos de helmintos, que possuem notável resistência em comparação aos demais organismos presentes no lodo, como por exemplo, vírus e bactérias. Especificamente no que se refere à higienização, ovos de helmintos têm sido empregados como principais indicadores da eficiência de tal processo, a qual, dentre as várias tecnologias disponíveis, pode ser alcançada a partir do tratamento térmico, sob temperaturas e condições diferenciadas (CHERNICHARO et al, 2003).

Um lodo dotado de problemas de ordem física, química e biológica que seja descartado de forma indevida, certamente colabora para o decréscimo da qualidade de vida da população sob vários pontos, dentre os quais, o desequilíbrio ambiental gerado pela proliferação desordenada de vetores. Além disso, a população também é atingida economicamente, já que têm que arcar com despesas adicionais em tratamentos de saúde. Segundo Cavinatto e Paganini (2007), os riscos ao meio ambiente envolvem danos e contaminação da vegetação de cobertura, contaminação do solo, do lençol freático e do corpo receptor. Os riscos à saúde pública estão relacionados à contaminação dos trabalhadores rurais ou da estação de tratamento, dos consumidores de produtos vegetais e de produtos animais, os quais tenham pastoreado em terrenos irrigados com esgotos ou efluentes e de populações que residem próximas a estações de tratamento de esgotos ou a áreas agricultáveis. O maior risco à

saúde ocorre quando o microrganismo é capaz de sobreviver por grandes períodos de tempo e se movimentar vigorosamente pelo solo

### **3.4. Tanque Séptico**

Segundo Chernicharo (2007), tanques sépticos são unidades de forma cilíndrica ou prismática retangular, com uma ou mais câmaras que podem ser em série ou sobrepostas, de fluxo horizontal, sendo destinadas ao tratamento de esgotos residenciais e pode ter características unitárias ou coletivas. O tratamento compõe-se na separação dos sólidos, através de separação gravitacional, que se digere anaerobiamente por ação de microrganismos, resultando na geração do lodo. A fração de lodo corresponde a 0,1% do volume total dos esgotos, contendo constituintes orgânicos e inorgânicos: nutrientes, matéria orgânica, metais pesados e microrganismos. Segundo a NBR 7229/1993 a produção de lodo fresco (Lf) corresponde a 1,0L/hab.dia, para esgotos domésticos.

O efluente de tanques sépticos deverá ser transportado para um filtro biológico, valas de infiltração, sumidouro ou para rede coletora de esgoto (BRASIL, 2006). A NBR 13969/97 ressalta que a vala de infiltração pode ser utilizada para disposição final do efluente líquido do tanque séptico doméstico em locais com boa disponibilidade de área para sua instalação e com remota possibilidade presente ou futura de contaminação do aquífero.

O tanque séptico seguido de filtro anaeróbio é um sistema de depuração de esgotos sanitários de uso intensivo, devido à simplicidade de construção e operação, projetado conforme o uso da NBR 7229/93 e NBR 13969/97 (Figura 2).





**Figura 2** - Esquema de tanque séptico.  
Fonte: Manual da FUNASA (BRASIL, 2006).

### 3.5. Resíduos Sólidos Urbanos

De acordo com a Lei nº 12305, de 02 de Agosto de 2010, que institui a Política Nacional dos Resíduos Sólidos, resíduos sólidos são materiais, substâncias, objetos ou bens descartados resultantes de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semi-sólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnica ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível.

Segundo dados do IBGE (BRASIL, 2000), a produção diária de resíduos sólidos alcançou cerca de 228.413 mil toneladas geradas em grandes regiões, unidades da federação, regiões metropolitanas e municípios das capitais. Dados mais recentes da ABRELPE (2006) citam que 56% dos resíduos sólidos urbanos compreendem material orgânico.

No Brasil, a *per capita* de resíduos sólidos domiciliares é de 0,740kg/hab.dia (MANCINI *et al.*, 2007). Conforme Leite *et al.* (2006a), a produção *per capita* de resíduos sólidos urbanos no nordeste é de 0,80kg.hab<sup>-1</sup>.dia<sup>-1</sup> acumulando diariamente 41.857 toneladas de RSU. No estado da Paraíba a produção *per capita* é de 0,60kg.hab<sup>-1</sup>.dia<sup>-1</sup>, estimando uma produção diária de 2.062 toneladas, destes, 1.154 toneladas corresponde a matéria orgânica, equivalente a 56% da produção total de resíduos (LEITE *et al.*, 2006a).

As conseqüências da falta de gerenciamento dos resíduos gerados são várias, dentre elas a saturação acelerada dos aterros sanitários, já que muitos materiais recicláveis, inclusive a matéria orgânica, poderia ser aproveitada.

A alternativa vigente para diminuição dos diversos impactos negativos decorrentes da falta de gerenciamento dos resíduos sólidos e da extração desordenada de recursos ambientais, constitui a gestão integrada de resíduos sólidos (MEDEIROS et al., 2006).

A gestão integrada de resíduos sólidos abrange um conjunto de atividades estratégicas de aspectos institucionais, administrativos, operacionais, financeiros e ambientais, envolvendo políticas públicas, instrumentos tecnológicos adequados e mecanismo de sustentabilidade, os quais priorizam a redução da produção de resíduos desde a fonte geradora, a coleta seletiva, o reaproveitamento e a reciclagem (SILVA, 2004).

O reaproveitamento seria alcançado a partir da coleta seletiva, sendo que o melhor e maior aproveitamento do material é conseguido pela coleta seletiva na fonte, onde os próprios consumidores fariam a seleção dos resíduos e os encaminhariam, resíduos orgânicos para compostagem, não-recicláveis aos aterros sanitários e os recicláveis às usinas de reciclagem ou a cooperativas de catadores e de catadoras.

### **3.6. Compostagem**

É considerado “tratamento” aquelas alternativas que geram subprodutos nos processos destinados a reduzir a quantidade ou o potencial poluidor dos resíduos sólidos. A parcela orgânica recebe o tratamento denominado compostagem. Trata-se de um processo controlado de transformação desses materiais em húmus, sendo realizada pela ação de microrganismos aeróbios presentes no próprio material. Diz-se que é um processo controlado porque são os microrganismos que efetuam a degradação dos resíduos, mas propiciar as melhores condições a eles é tarefa de quem opera o processo. Faz-se isto monitorando: tamanho das partículas, temperatura, umidade, pH e nutrientes (GOMES e MARTINS, 2003).

Segundo Kiehl (1998), a compostagem tem a função de transformar material orgânico em substância humificada, estabilizada com propriedades e características completamente diferentes do material que lhe deu origem.

Pereira Neto (1996) afirma que o processo de compostagem é a forma mais eficiente de obter a biodegradação controlada dos resíduos orgânicos, que são compostos de carbono suscetível a degradação.

Por se tratar de processo aeróbio, a compostagem se processa mais facilmente em materiais sólidos, onde frações líquidas não são favoráveis ao processo por promoverem anaerobiose. Mesmo com presença de materiais com alto teor de umidade, a compostagem pode ser realizada, desde que se promova aeração eficiente.

O lodo normalmente possui grande teor de umidade, dificultando o processo de compostagem, sendo indispensável à incorporação de outros materiais que promovam o equilíbrio entre aeração e umidade eficientes.

De acordo com Andreoli (2001), os fatores mais importantes que influem na degradação da matéria orgânica são: aeração, nutrientes e umidade. Diz ainda que os nutrientes, principalmente carbono e nitrogênio, são fundamentais ao crescimento bacteriano.

Logicamente, a qualidade do material a ser co-compostado refletirá diretamente no produto final que será obtido. E a qualidade pode estar relacionada desde a composição química até a granulometria do composto no início do processo. Portanto, os fatores de primazia no processo de compostagem são matéria orgânica, granulometria, oxigênio, umidade e nutrientes.

A co-compostagem consiste em dispor e tratar simultaneamente mais de um tipo de resíduo, em geral através do processo de compostagem. Apresenta-se como uma alternativa importante para destinação final dos resíduos sólidos orgânicos.

Sendo um processo biológico, com participação ativa de microrganismos decompositores que demandam substratos de composição balanceada de carbono e nitrogênio, há necessidade de balancear a massa a ser digerida a partir da mistura com outros resíduos. Tipicamente, resíduos sólidos orgânicos domiciliares e folhas de varrição apresentam alto teor de carbono. Em

contrapartida, o nitrogênio contido nesses resíduos é deficiente, principalmente em folhas de varrição.

Lodos advindos de tratamentos de esgoto sanitário possuem alta carga de nutrientes, entre os quais nitrogênio e fósforo. Normalmente, não devem ser observadas grandes quantidades de carbono no lodo de esgoto sanitário, principalmente em lodos gerados a partir de tratamentos anaeróbios, pois o tratamento visou exatamente à diminuição da carga orgânica.

A mistura controlada de resíduos sólidos orgânicos domiciliares e lodo de esgoto gera substratos que atendem as exigências nutritivas para um desenvolvimento normal do processo de co-compostagem. As folhas de varrição são importantes, principalmente como material estruturante, ao promoverem espaços vazios no substrato que permitem o fluxo de ar e dificultam a formação de zonas de anaerobiose.

Excretas humanas e lodos de esgotos são usualmente utilizados para suportar a produção de alimentos em muitos países do mundo, especialmente na China, no Sudeste Asiático e em várias partes da África, entretanto, para utilizá-las na agricultura, precisam ser tratadas, a fim de eliminar o elevado número de patógenos presentes nas fezes (HOORNWEG et al., 2000). Pereira Neto (1996) sugere que a relação C/N seja criteriosamente balanceada utilizando a potencialidade dos lodos de esgotos (rico em nitrogênio) tratados em conjunto com resíduos sólidos orgânicos (rico em carbono).

### **3.7. Parâmetros que Controlam a Compostagem**

#### **3.7.1. Aeração**

Por se tratar de um processo biológico aeróbio, o fornecimento de ar é importantíssimo, principalmente no início do processo, onde as frações orgânicas são altíssimas e a atividade biológica é intensa. Observando-se que, ao início do processo as partículas têm maior tendência à agrupar-se, o fornecimento de oxigênio é prejudicado, sendo necessária intervenção mecânica. O reviramento não só promove a aeração no sistema, como também a homogeneidade e constante ciclo de microrganismos pelo sistema, abrangendo todo o material.

Segundo o Manual de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2001) no processo de compostagem aeróbia, os microrganismos necessitam de oxigênio favorável ao seu metabolismo. A falta de oxigênio resulta na inversão para o processo anaeróbio.

A frequência no qual o sistema deve ser revirado obedece basicamente à necessidade de oxigenação, que é evidenciada pela presença de maus odores, característicos de sistemas anaeróbios. Segundo Pereira Neto (1996), o objetivo da aeração é suprir a demanda de oxigênio requerida pela atividade microbiológica e atuar como agente de controle da temperatura.

### **3.7.2. Temperatura**

A temperatura é um parâmetro indicativo relevante das atividades de degradação aeróbia da matéria orgânica. A compostagem possui fases distintas com participação de grupos de microrganismos, e cada fase possui temperaturas típicas.

Embora a elevação da temperatura seja necessária e interessante para a eliminação de organismos patogênicos, alguns pesquisadores observaram que a ação dos microrganismos sobre a matéria orgânica aumenta com a elevação da temperatura até 65°C; acima deste valor, o calor limita as populações aptas, havendo um decréscimo da atividade biológica. Depois de iniciada a fase termófila (em torno de 45°C), o ideal é controlar a temperatura entre 55 e 65°C. Esta é a faixa que permite a máxima intensidade de atividade microbiológica. Acima de 65°C, a atividade microbiológica cai e o ciclo de compostagem fica mais longo (ANDREOLI, 2001).

O controle da temperatura tem interferência direta na estabilização da matéria orgânica degradada. Conforme experiência de Leitão et al. (2008a), o sucesso operacional na compostagem está diretamente ligado à manutenção de temperaturas termofílicas, em toda a massa de compostagem, por um maior tempo possível, durante a fase ativa, a qual promove uma série de vantagens, tais como: aumento da taxa de degradação da matéria orgânica e ser um dos mais importantes mecanismos para a eliminação de bactérias patogênicas.

### 3.7.3. Umidade

Para que a compostagem ocorra em condições favoráveis, deve haver equilíbrio entre a quantidade água-oxigênio, para isto, recomenda-se substrato com teor de umidade equivalente a 55-60% (PEREIRA NETO, 1996; KIEHL, 1998). Substrato com umidade acima do recomendado favorece zonas de anaerobiose, que por sua vez podem gerar lixiviado.

Andreoli (2001) verificou que o teor de umidade depende também da eficácia da aeração e das características físicas dos resíduos (estrutura, porosidade). Elevados teores de umidade (>65%) fazem com que a água ocupe os espaços vazios do meio, impedindo a livre passagem do oxigênio, o que poderá provocar aparecimento de zonas de anaerobiose. Se o teor de umidade de uma mistura é inferior a 40%, a atividade biológica é inibida, bem como a velocidade de biodegradação.

É natural a diminuição de umidade no decorrer do processo, causadas tanto pelo aumento de temperatura do sistema quanto pela aeração. É preferível que a correção da umidade seja feita durante todo o processo, desde que se respeite a umidade final máxima do material.

### 3.7.4. Relação C/N

A demanda energética dos microrganismos é suprida pelo fornecimento de carbono e nitrogênio que são substâncias fundamentais, uma vez que, segundo Pereira Neto (1996), estes são pontos limitantes ao desenvolvimento microbiológico.

De acordo com Andreoli (2001), o carbono é a principal fonte de energia disponível aos microrganismos no processo de compostagem e o nitrogênio é necessário para a síntese celular.

Teoricamente, a relação C/N inicial ótima do substrato deve se situar em torno de 30:1. Na realidade, constata-se que ela pode variar de 20 a 70 de acordo com a maior ou menor biodegradabilidade do substrato. Tanto a falta de nitrogênio quanto a falta de carbono limitam a atividade microbiológica. Se a relação C/N for muito baixa, pode ocorrer grande perda de nitrogênio pela

volatilização da amônia. Se a relação C/N for muito elevada, os microrganismos não encontrarão nitrogênio suficiente para a síntese de proteínas e terão seu desenvolvimento limitado. Como resultado, o processo de compostagem será mais lento. Independentemente da relação C/N inicial, no final da compostagem a relação C/N converge para um mesmo valor, entre 10 e 20, devido às perdas maiores de carbono que de nitrogênio no desenvolvimento do processo (ANDREOLI, 2001).

Segundo Leitão et al. (2008b) ao analisar a decomposição de folhas de cajueiro (*Anacardium occidentale*) de mangueira (*Mangifera indica*) e esterco bovino, afirmaram que a relação C/N serviu como indicador do grau de decomposição do composto, as pilhas com relação C/N mais alta levaram um maior tempo para se degradar, até atingirem valores recomendados pela literatura especializada.

Com relação aos substratos onde há frações de lodo de esgoto sanitário, deve-se manter cautela na relação C/N adequada, já que este tipo de resíduo geralmente apresenta grandes quantidades de nitrogênio e deficiência de carbono.

### **3.7.5. pH**

O pH é um parâmetro importante, sendo um indicador de avanço no processo de co-compostagem, estando ligado diretamente com o nível de degradação em que o substrato se encontra.

Pereira Neto (1996), indica que a faixa ótima para a compostagem encontra-se entre 6,5 a 8,0, no entanto, cita que experiências realizadas na Universidade Federal de Viçosa – UFV, indicam que a compostagem pode ser desenvolvida com uma faixa bem mais ampla de pH, entre 4,5 a 9,5.

O início do processo é marcado por pH baixo, causado pela produção de ácidos orgânicos. A passagem à fase termófila é acompanhada por rápida elevação do pH, que se explica pela hidrólise das proteínas e pela liberação de amônia. Assim, normalmente o pH se mantém alcalino (7,5-9), durante a fase termófila. De qualquer forma, principalmente se a relação C/N da mistura for

conveniente, o pH geralmente não é um fator crítico da compostagem (ANDREOLI, 2001).

A degradação da matéria orgânica no processo de compostagem é realizada pela atividade de organismos, os quais necessitam de condições ideais para se manterem ativos. A relevância do pH está associada ao fato de que fungos e bactérias se adaptam melhor a faixas restritas e distintas deste parâmetro, havendo mudanças de pH nas diversas fases de compostagem, no entanto, estas variações não são consideradas um fator crítico do processo, uma vez que ocorre naturalmente um fenômeno conhecido como auto-regulação, efetuado pelos próprios organismos (MANCINI et. al., 2007).

### 3.8. Qualidade do Composto

Para incentivar o uso de lodos de esgotos e seus derivados, sobretudo na agricultura, o termo biossólido foi proposto pela Water Environmental Federation – WEF para designar adubo orgânico produzido a partir de subprodutos de estações de tratamento de esgotos sanitários (lodo).

Em termos de legislação a que melhor se aplica a utilização de biossólidos baseia-se na United States Environmental Protection Agency – USEPA (1993), norma 40 CFR-Part 503, classificando biossólidos em Classe A e B de acordo com os critérios microbiológicos (Tabela 1).

**Tabela 1** - Critérios de classificação de biossólidos segundo a normatização dos Estados Unidos

Biossólidos (EUA)	Limite de densidade			
	Vírus	<i>C.fecais</i>	<i>Salmonella</i>	Helmintos (viáveis)
Classe A	< 1UFP/4gST	< 1000 NMP/gST	< 3 NMP/4gST	< 1 ovo/4gST
Classe B	NE	< 2000NMP/gST	NE	NE

Fonte 40 Part.503 (USEPA, 1993)

Legenda NE – não especifica

Nacionalmente, a Resolução do CONAMA nº. 375/06 (BRASIL, 2006) define critérios e procedimentos para o uso agrícola de lodos de esgoto gerados em estações de tratamento de esgoto sanitário e seus produtos derivados, classificando os biossólidos em Classe A para lodos que apresentem número de ovos de helmintos inferior a 0,25 ovo/g.ST e B para lodos com menos de 10 ovos/g.ST.



Especificamente a seção III da Resolução 375/06 do CONAMA trata dos requisitos mínimos de qualidade do lodo ou produtos derivado destinado à agricultura, nesse aspecto, a Tabela 2 trata da Concentração máxima de substâncias inorgânicas “metais pesados” permitidas no lodo de esgoto ou produto derivado (mg/Kg, base seca). Do ponto de vista ambiental, o termo “metais pesados” tem sido considerado para elementos tais como: Arsênio, prata, cádmio, cobalto, cromo, cobre, mercúrio, níquel, chumbo, ferro, antimônio, selênio e zinco.

**Tabela 2** - Lodos de esgoto ou produto derivado - substâncias inorgânicas

Substâncias Inorgânicas	Concentração Máxima permitida no lodo de esgoto ou produto derivado (mg/Kg, base seca)
Arsênio	41
Bário	1300
Cádmio	39
Chumbo	300
Cobre	1500
Cromo	1000
Mercúrio	17
Molibdênio	50
Níquel	420
Selênio	100
Zinco	2800

**Fonte:** Resolução 375/06. (CONAMA, 2006).

A Instrução Normativa Nº 27, de 05 de junho de 2006, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento “dispõe sobre fertilizantes, corretivos, inoculantes e biofertilizantes, para serem produzidos, importados e comercializados, deverão atender aos limites estabelecidos nos Anexos I,II,III, IV e V desta Instrução Normativa, que se refere às concentrações máximas admitidas para agentes fitotóxicos, patogênicos ao homem, animais e plantas, metais pesados tóxicos, pragas e ervas daninhas”. Esses limites para os fertilizantes orgânicos devem ser observados para a obtenção de compostos de boa qualidade.

A instrução normativa nº. 25, de 23 de julho de 2009 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2009), estabelece limites de tolerâncias para a concentração de micro e macro nutrientes de adubos orgânicos. A normativa explicita também a natureza física para granulado, pó,

farelado e farelado grosso, conforme exposto na Tabela 3. Esta instrução revogou a instrução Normativa nº. 23, de 31 de agosto de 2005.

**Tabela 3** - Natureza física dos fertilizantes orgânicos.

NATUREZA FÍSICA	ESPECIFICAÇÃO GRANULOMÉTRICA		
	PENEIRA	PASSANTE	RETIDO
GRANULADO	4mm (ABNT nº 5)	95% mínimo	5% máximo
	1mm (ABNT nº 18)	5% máximo	95% mínimo
PÓ	2mm (ABNT nº 10)	100%	0%
	0,84mm (ABNT nº 20)	70% mínimo	30% máximo
	0,3mm (ABNT nº 50)	50% mínimo	50% máximo
FARELADO	3,36mm (ABNT nº 6)	95% mínimo	5% máximo
	0,5mm (ABNT nº 35)	25% máximo	75% mínimo
FARELADO GROSSO	4,8mm (ABNT nº 4)	100%	0%
	1mm (ABNT nº 18)	20% máximo	80% mínimo

Fonte Normativa nº. 25, de 23 de julho de 2009 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2009).

### 3.9. Estratégias Adotadas para o Repasse do Conhecimento à Comunidade

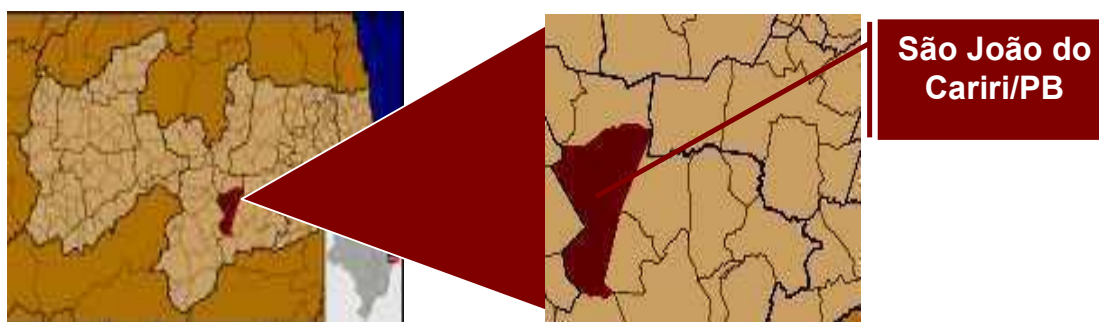
Segundo Silva e Leite (2008), o MEDICC - Modelo Dinâmico de Construção e Reconstrução do Conhecimento para o meio ambiente, compreende um conjunto de estratégias metodológicas que permite a realização do processo educativo para o meio ambiente a partir do processo pesquisa-ensino-aprendizagem-ação-transformação, o que propicia a sensibilização simultaneamente à coleta de dados. A partir da construção e reconstrução do conhecimento, os atores sociais são motivados a participar ativamente do processo de transformação da sociedade local, exercendo a cidadania. O MEDICC é utilizado de forma que o conhecimento é construído e reconstruído de forma dinâmica, criativa, lúdica e participativa e de acordo com a realidade do grupo envolvido.

De um lado, a interdisciplinaridade entre grupos universitários e, por outro lado, o diálogo intercultural com os membros externos, cria-se, durante a realização do projeto, um espaço de interlocução onde se produzem efeitos de compreensão, de “tradução”, de facilitação no plano na comunicação. De acordo com a visão crítica todos os participantes aprendem em contato com os outros, aceitando relativizar seus pontos de vista (THIOLLENT, 2002).

## 4. MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1. Escolha do Município e Visitas de Reconhecimento da Área Objeto de Estudo

O presente trabalho foi realizado no município de São João do Cariri, distrito de Malhada da Roça, localizado no semiárido paraibano, conforme mostra a Figura 3.



**Figura 3** – Localização do município de São João do Cariri/PB

O município de São João do Cariri está localizado na Microrregião São João do Cariri e na Mesorregião Borborema do Estado da Paraíba. Sua área é de 702 km<sup>2</sup> e a sede do município tem uma altitude aproximada de 458 metros, nas coordenadas 07°23'27" de Latitude Sul e 36°31'58" de Longitude Oeste, distando 186,6 Km da capital. O acesso é feito, a partir de João Pessoa, pelas rodovias BR 230/BR 412. O município de São João do Cariri encontra-se inserido nos domínios da bacia hidrográfica do Rio Paraíba, parte na sub-bacia do Rio Taperoá e parte na região do Alto Paraíba (CPRM/PRODEEM, 2005).

### 4.2. Delimitação da Amostragem

Para a identificação do perfil do público aplicaram-se duas estratégias:

a) Cadastro das famílias: durante as reuniões de apresentação do projeto, as famílias foram cadastradas e, em seguida, foram definidas aquelas que iriam participar diretamente do presente trabalho: coleta de lodo de tanque séptico e resíduos sólidos domiciliares (Apêndice A). O critério adotado correspondeu à

existência de tanque séptico na respectiva residência e aceitação em participar do projeto.

b) Visitas às famílias: a partir do cadastro foram realizadas visitas às famílias, com o objetivo de aplicar o questionário com perguntas de múltipla escolha (Apêndice B) e realizar a observação direta da localização e estrutura dos tanques sépticos, bem como, do acondicionamento, coleta e destinação final dos resíduos sólidos domiciliares produzidos pelas famílias.

Os dados referentes ao cadastramento revelaram a existência de 120 famílias, embasando a delimitação da amostragem de 20 famílias para coleta de lodos de tanque séptico e resíduos sólidos domiciliares. Neste momento, os critérios principais utilizados foram: tempo de construção dos tanques sépticos e condições de instalação e de manutenção desses sistemas.

#### **4.3. Processo de Sensibilização**

A coleta de dados referente ao processo de sensibilização, iniciada em junho de 2008, seguiu os princípios da pesquisa participante (THIOLLENT, 2002).

A metodologia adotada também correspondeu ao MEDICC - Modelo Dinâmico de Construção e Reconstrução do Conhecimento para o meio ambiente (SILVA e LEITE, 2008).

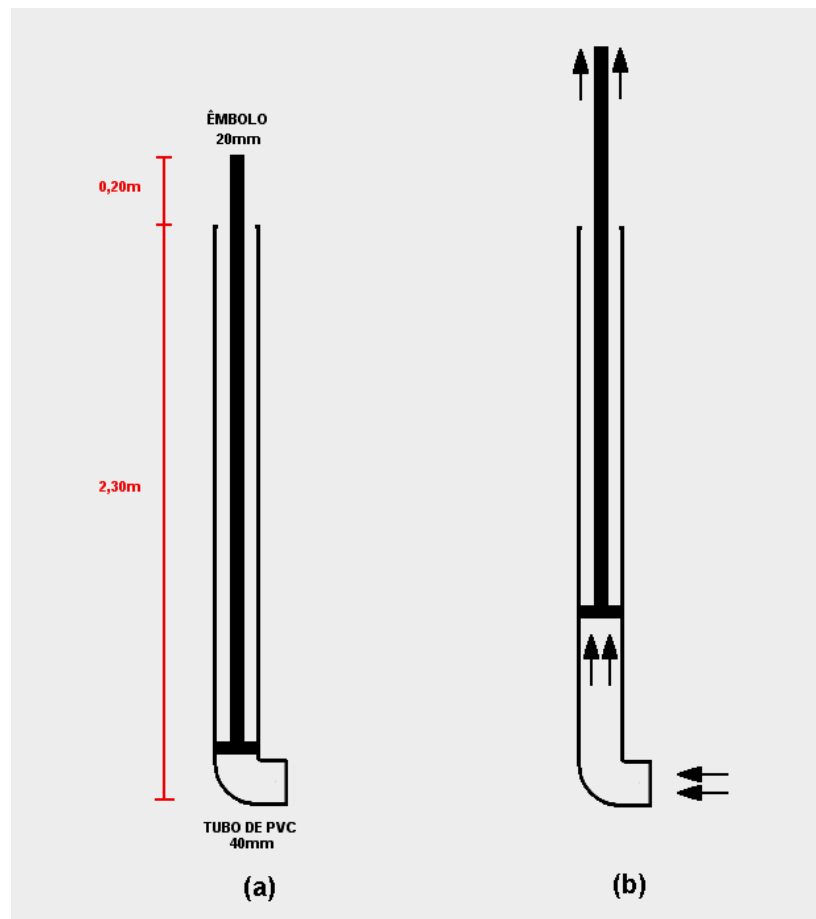
O processo de sensibilização visando à coleta de lodos de tanque séptico unifamiliar e resíduos sólidos domiciliares consistiu de visitas às famílias, seminários (Apêndices C à F, H e I) sobre os temas: Lodos de esgotos e Resíduos Sólidos e entrega de banners expondo os objetivos, os dias de coleta para caracterização dos referidos resíduos (Apêndices J e L) e mensagens ressaltando a importância da participação de cada família (Apêndice G).

Para o envolvimento e mobilização da comunidade durante o processo de coleta e caracterização tanto de resíduos sólidos domiciliares como do lodo de tanques sépticos, reuniões com alunos e professores das escolas (APÊNDICE M) e mini-cursos no formato de oficina (APÊNDICE N) eram marcados e promovidos.

#### 4.4. Caracterização de Lodo Produzido em Tanque Séptico Unifamiliar e Resíduos Sólidos Orgânicos

Para a caracterização qualitativa de lodo coletou-se uma amostra composta de lodo de dez pontos distintos em cada tanque séptico. Para a coleta das amostras compostas de lodo foi utilizada uma bomba de sucção construída de cano de PVC de 40mm de diâmetro, com 2,30m de comprimento com êmbolo de 20mm de diâmetro contendo uma borracha de formato cilíndrico na parte inferior, conforme Figura 4.

O movimento manual do êmbolo suga o lodo decantado e adensado na base inferior do tanque até a superfície do solo, escoando o lodo para um balde de coleta.



**Figura 4** - Bomba de sucção manual para a coleta de lodo de tanque séptico.

(a): Dimensionamento da bomba; (b): Bomba em funcionamento.

A bomba era colocada de cima para baixo até atingir o lodo sedimentado no fundo do tanque. O êmbolo é puxado e o lodo vai sendo sugado, ocupando o volume do cano. O lodo é descarregado em baldes pela parte inferior da bomba. A utilização da bomba é representada pela Figura 5.



**Figura 5** - Coleta de lodos em tanque séptico unifamiliar no distrito de Malhada da Roça, município de São João do Cariri, semi-árido paraibano.

Para a caracterização qualitativa e quantitativa dos resíduos sólidos gerados no distrito de Malhada da Roça coletaram-se três amostras temporais, sendo que a cada semana os dias de coleta foram alternados entre segunda-feira, quarta-feira e sexta-feira.

A metodologia para caracterização dos resíduos sólidos compreende coleta, acondicionamento, separação e pesagem. A cada dia, o resíduo era pesado em sua totalidade e depois separado de acordo com sua classificação: papel, plástico, metal, matéria orgânica e outros e pesado mais uma vez, porém, selecionado (SILVA, 2008).

Os parâmetros físico-químicos das amostras coletadas foram obtidos seguindo metodologia descrita pelo Standard Methods (APHA, 1998). E as análises de ovos de helmintos através do Meyer (1978) modificado. Para obtenção do parâmetro COT, utilizou-se a equação:  $STV = 1,8 \times COT$  (KIEHL, 1998).

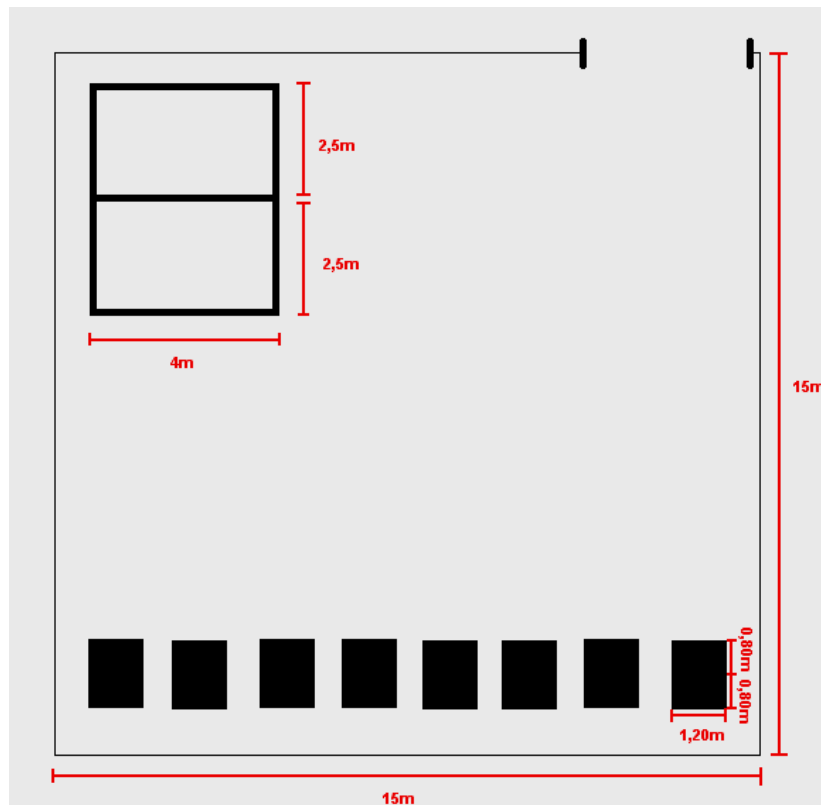
**Tabela 4** - Parâmetros físico-químicos e parasitológicos e seus métodos adotados na caracterização dos resíduos sólidos orgânicos e no lodo de tanque séptico.

PARÂMETROS	MÉTODOS ANALÍTICOS
Sólidos Totais (%)	Gravimétrico
Sólidos Totais Voláteis (%)	Gravimétrico
Umidade (%)	Gravimétrico
Nitrogênio Total (%ST)	Micro Kjeldahl
Fósforo Total (%ST)	Espectrofotométrico
pH (unidade)	Potenciométrico
Ovos de Helminthos (ovos/gST)	Sedimentação

#### 4.5. Descrição do Sistema Experimental

No propósito de contribuir e ampliar o conhecimento junto a comunidade do distrito de Malhada da Roça – São João do Cariri-PB, foram montadas e monitoradas no pátio (Figura 5) duas pilhas de co-compostagem: **pilha 1**, compostando resíduos vegetais (resto de legumes e cascas de fruta), lodo de tanque séptico e folhas de poda; **pilha 2**, compostando esterco bovino e lodo de tanque séptico.

O pátio de compostagem cercado de arame farpado mede 15x15m, com leito de secagem de 5x4 m (20m<sup>2</sup>), 5 reatores construídos de alvenaria de 1,6 x 1,2m para compostagem e três para estabilização e higienização do lodo, conforme a Figura 6.



**Figura 6** - Esquema do pátio de compostagem

Na Figura 7 está apresentado o esquema da configuração das 8 unidades construídas de alvenaria destinadas a estabilização e higienização do lodo e co-compostagem de resíduos.



**Figura 7** – Esquema das unidades de tratamento



#### 4.6. Montagem e Monitoramento do Sistema Experimental

Na montagem da pilha 1, (Figura 8) foram utilizados 26 Kg de lodo de tanque séptico com teor de umidade reduzido (51,36%), previamente, em leito de secagem simplificado e, em seguida, adicionados a 269kg de resíduos vegetais constituído de restos e cascas de frutas e verduras mais 5,0kg de folha de poda. A utilização dos resíduos vegetais fez necessária a redução da umidade do lodo, propiciando um substrato com teor de umidade inicial em torno de 66%.



**Figura 8** - Pilha de co-compostagem (Lodo de Tanque Séptico + RSO + Folhas de Poda).

Na pilha 2, (Figura 9) foram utilizados 91kg de lodo de tanque séptico *in natura* com alto teor de umidade, adicionado a 181kg de esterco bovino com aproximadamente 51% de sólidos totais. A utilização do lodo com alto teor de umidade juntamente ao esterco com umidade de 49,3% propiciou ao substrato umidade inicial em torno dos 62%.



**Figura 9** - Pilha de co-compostagem (Lodo de Tanque Séptico + Esterco Bovino).

Como os microrganismos são aeróbios, exigem a presença de oxigênio, sua população poderá diminuir a níveis muito baixos, e a decomposição da matéria orgânica começa sendo feita por fermentação. Portanto, é muito importante para o processo de compostagem que se tenha uma dosagem certa entre a umidade e oxigênio (KIEHL, 2002).

O sistema experimental (pilha 1 e pilha 2) era monitorado diariamente, as 08:00hs, com aferição da temperatura com termômetro digital, marca Incoterm, modelo 1108. O monitoramento da temperatura compreendia a medição em três níveis de profundidade da pilha: topo (10cm de profundidade), centro (profundidade mediana) e base (profundidade total). A temperatura ambiente também era aferida.

O reviramento das pilhas ocorria três vezes por semana. A pilha era distribuída sob a lona com auxílio de instrumentos que facilitavam a homogeneização do material (pá e inchada). A pilha era revolvida com os instrumentos e ao final da homogeneização retornava ao formato de pilha.

A regulação da umidade ocorria semanalmente, com auxílio de regador manual. A adição da água não seguia critérios como concentração de sólidos, peso ou altura da pilha. O critério utilizado era a aparência e o comportamento do composto umedecido (quando manuseado). Fatores climáticos também influenciavam nas quantidades de água utilizadas (incidência de chuvas na pilha). O manuseio do composto indica se a umidade está satisfatória (apertando uma quantidade de composto na mão, pode-se observar sua consistência, na qual a liberação de água indicaria excesso de umidade).

As amostras eram retiradas semanalmente. Em cada pilha, eram retiradas 10 amostras em diferentes pontos, que formavam uma amostra única que era encaminhada para análises nos laboratórios da EXTRABES. Os parâmetros físico-químicos das amostras coletadas foram obtidos a partir do Standard Methods (APHA, 1998). E as análises de ovos de helmintos através do Meyer (1978) modificado. Para obtenção do parâmetro COT, utilizou-se a equação:  $STV = 1,8 \times COT$  (KIEHL, 1998). Os parâmetros investigados durante o monitoramento do sistema estão expostos na Tabela 5.

**Tabela 5** - Parâmetros físico-químicos e parasitológicos e seus métodos adotados na caracterização dos constituintes na co-compostagem conjugada.

PARÂMETROS	MÉTODOS ANALÍTICOS
Temperatura	Leitura digital
Sólidos Totais (%)	Gravimétrico
Sólidos Totais Voláteis (%)	Gravimétrico
Umidade (%)	Gravimétrico
Nitrogênio Total (%ST)	Micro Kjeldahl
Fósforo Total (%ST)	Espectrofotométrico
Potássio (%ST)	Fotometria de Chama
Sódio (%ST)	Fotometria de Chama
pH (unidade)	Potenciométrico
Ovos de Helmintos (ovos/gST)	Sedimentação

#### 4.7. Teste de Germinação dos Compostos Obtidos nas Pilhas 1 e 2

Os substratos utilizados no teste de germinação foram os compostos orgânicos tipo pó, resultantes dos dois tratamentos (Pilha 1 (P<sub>1</sub>) e Pilha 2 (P<sub>2</sub>)).

Os testes foram realizados com quatro parcelas de 10%, 25%, 50% e 75% de composto na constituição do substrato. Não foi utilizada parcela com 100% de substrato, visto que, em experimento realizado anteriormente por Silva (2008), a parcela de 100% não favoreceu a germinação das sementes. O solo utilizado na formação do substrato foi retirado de área de Malhada da Roça

Além dos dois tratamentos, foi realizado teste com parcela de 100% de solo (P<sub>0</sub>) e parcelas de 10%, 25%, 50%, 75% e 100% de nutriplant (vermicomposto comercial, o qual será chamado de P<sub>3</sub>).

A organização das parcelas relativas ao teste de germinação está apresentada na Tabela 6.

**Tabela 6** – Organização das parcelas do teste de germinação.

P <sub>0</sub>	P <sub>0</sub> A <sub>0</sub> R <sub>1</sub>	P <sub>0</sub> A <sub>0</sub> R <sub>1</sub>	P <sub>0</sub> A <sub>0</sub> R <sub>1</sub>	P <sub>0</sub> A <sub>0</sub> R <sub>1</sub>
	P <sub>0</sub> A <sub>0</sub> R <sub>2</sub>	P <sub>0</sub> A <sub>0</sub> R <sub>2</sub>	P <sub>0</sub> A <sub>0</sub> R <sub>2</sub>	P <sub>0</sub> A <sub>0</sub> R <sub>2</sub>
	P <sub>0</sub> A <sub>0</sub> R <sub>3</sub>	P <sub>0</sub> A <sub>0</sub> R <sub>3</sub>	P <sub>0</sub> A <sub>0</sub> R <sub>3</sub>	P <sub>0</sub> A <sub>0</sub> R <sub>3</sub>
	P <sub>0</sub> A <sub>0</sub> R <sub>4</sub>	P <sub>0</sub> A <sub>0</sub> R <sub>4</sub>	P <sub>0</sub> A <sub>0</sub> R <sub>4</sub>	P <sub>0</sub> A <sub>0</sub> R <sub>4</sub>
P <sub>1</sub>	P <sub>1</sub> A <sub>1</sub> R <sub>1</sub>	P <sub>1</sub> A <sub>2</sub> R <sub>1</sub>	P <sub>1</sub> A <sub>3</sub> R <sub>1</sub>	P <sub>1</sub> A <sub>4</sub> R <sub>1</sub>
	P <sub>1</sub> A <sub>1</sub> R <sub>2</sub>	P <sub>1</sub> A <sub>2</sub> R <sub>2</sub>	P <sub>1</sub> A <sub>3</sub> R <sub>2</sub>	P <sub>1</sub> A <sub>4</sub> R <sub>2</sub>
	P <sub>1</sub> A <sub>1</sub> R <sub>3</sub>	P <sub>1</sub> A <sub>2</sub> R <sub>3</sub>	P <sub>1</sub> A <sub>3</sub> R <sub>3</sub>	P <sub>1</sub> A <sub>4</sub> R <sub>3</sub>
	P <sub>1</sub> A <sub>1</sub> R <sub>4</sub>	P <sub>1</sub> A <sub>2</sub> R <sub>4</sub>	P <sub>1</sub> A <sub>3</sub> R <sub>4</sub>	P <sub>1</sub> A <sub>4</sub> R <sub>4</sub>
P <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> A <sub>1</sub> R <sub>1</sub>	P <sub>2</sub> A <sub>2</sub> R <sub>1</sub>	P <sub>2</sub> A <sub>3</sub> R <sub>1</sub>	P <sub>2</sub> A <sub>4</sub> R <sub>1</sub>
	P <sub>2</sub> A <sub>1</sub> R <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> A <sub>2</sub> R <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> A <sub>3</sub> R <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> A <sub>4</sub> R <sub>2</sub>
	P <sub>2</sub> A <sub>1</sub> R <sub>3</sub>	P <sub>2</sub> A <sub>2</sub> R <sub>3</sub>	P <sub>2</sub> A <sub>3</sub> R <sub>3</sub>	P <sub>2</sub> A <sub>4</sub> R <sub>3</sub>
	P <sub>2</sub> A <sub>1</sub> R <sub>4</sub>	P <sub>2</sub> A <sub>2</sub> R <sub>4</sub>	P <sub>2</sub> A <sub>3</sub> R <sub>4</sub>	P <sub>2</sub> A <sub>4</sub> R <sub>4</sub>
P <sub>3</sub>	P <sub>3</sub> A <sub>1</sub> R <sub>1</sub>	P <sub>3</sub> A <sub>2</sub> R <sub>1</sub>	P <sub>3</sub> A <sub>3</sub> R <sub>1</sub>	P <sub>3</sub> A <sub>4</sub> R <sub>1</sub>
	P <sub>3</sub> A <sub>1</sub> R <sub>2</sub>	P <sub>3</sub> A <sub>2</sub> R <sub>2</sub>	P <sub>3</sub> A <sub>3</sub> R <sub>2</sub>	P <sub>3</sub> A <sub>4</sub> R <sub>2</sub>
	P <sub>3</sub> A <sub>1</sub> R <sub>3</sub>	P <sub>3</sub> A <sub>2</sub> R <sub>3</sub>	P <sub>3</sub> A <sub>3</sub> R <sub>3</sub>	P <sub>3</sub> A <sub>4</sub> R <sub>3</sub>
	P <sub>3</sub> A <sub>1</sub> R <sub>4</sub>	P <sub>3</sub> A <sub>2</sub> R <sub>4</sub>	P <sub>3</sub> A <sub>3</sub> R <sub>4</sub>	P <sub>3</sub> A <sub>4</sub> R <sub>4</sub>

Legenda: P<sub>0</sub>T<sub>0</sub> = 100% de Solo; A<sub>1</sub> = 10% (40g de composto e 360g de solo); A<sub>2</sub> = 25% (100g de composto e 300g de solo); A<sub>3</sub> = 50% (200g de composto e 200g de solo); A<sub>4</sub> = 75% (300g de composto e 100g de solo); R=Repetições). P<sub>1</sub> = Composto Pilha 1; P<sub>2</sub> = Composto Pilha 2; P<sub>3</sub> = Composto Comercial.

Para realização do teste de germinação foi montada uma estufa, conforme mostra a Figura 10.

No teste foram utilizadas sementes de tomateiro (*Lycopersicon esculentum*), por ser uma cultura de curta duração (LEVY; TAYLOR, 2003). Para o experimento foram empregadas 400g de substrato e cinco sementes por sacos plásticos, parcelas. As vantagens desses testes compreendem o baixo custo e a sua curta duração, além da possibilidade em avaliar possíveis níveis de fitotoxicidade dos compostos avaliados.



**Figura 10** - Instalações do teste de fitotoxicidade no dia de montagem.

Para avaliação dos dados foram utilizados os índices de sementes germinadas ( $I_g$ ), pela Equação (1).

$$I_g = (N_g / N_s) \cdot 100 \quad (1)$$

**Onde**

**$N_g$ : Número de sementes germinadas; (unid)**

**$N_p$ : Número de sementes semeadas; (unid)**

## **5. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS**

### **5.1. Apresentação do Projeto aos Gestores Municipais**

O projeto foi apresentado aos gestores municipais em audiência previamente agendada, seqüenciando a visita de reconhecimento da área objeto de estudo.

Na oportunidade, foi entregue uma cópia impressa do projeto e foram expostos de forma didática os objetivos, as metas com o respectivo cronograma, a metodologia a ser aplicada, o local de realização da pesquisa (Distrito de Malhada da Roça), os impactos esperados e a fonte de recursos financeiros utilizada.

Na medida em que o projeto era apresentado, os gestores emitiam as suas reflexões e preocupações, bem como, os obstáculos que a equipe iria enfrentar em por em prática o projeto.

Durante audiência, foi requerida a disponibilização de uma área para implantação do sistema piloto. Mediante a complexidade política, o prefeito em exercício na época, facultou uma área própria para instalação do projeto.

### **5.2. Apresentação do Projeto aos Líderes Comunitários**

O presente projeto também foi apresentado aos líderes comunitários com a finalidade de iniciar o processo de sensibilização, como também, motivar a participação efetiva dos líderes comunitários. Entende-se que estes exercem papel fundamental nas transformações sociais que ocorrem no município e que são pessoas que expressam confiança para os diferentes setores da sociedade local.

Objetivou-se ainda verificar o nível de aceitação por parte dos diferentes atores sociais de Malhada da Roça para a execução do projeto.

A partir da apresentação do projeto aos líderes comunitários, foi possível o processo de sensibilização e mobilização para outros atores sociais. Todavia, foram necessários vários momentos de exposição, aproveitando-se os horários das reuniões dos diferentes atores locais: sindicato dos agricultores, professores

das escolas: Escola Municipal Etelvina Maria Batista e Escola Estadual Severino Medeiros Ramos, pais e mães dos alunos e alunas das escolas citadas; profissionais da saúde e clube de mães, cuja reunião ocorreu no sindicato dos agricultores. Foram envolvidas neste momento mais de 150 pessoas.

### **5.3. Delineamento e Aplicação de Estratégias em Educação Ambiental**

As estratégias aplicadas em Educação Ambiental, tais como: realização de diagnóstico socioambiental, visitas às residências, apresentação e discussão dos resultados logo após a sua organização e tabulação; envolvimento dos diferentes atores sociais; agendamento dos encontros respeitando o cotidiano dos grupos envolvidos; realização de seminários e mini-cursos em forma de oficina; discussão da tecnologia que se pretende instalar na área objeto de estudo; apoio dos gestores e líderes locais e elaboração de material de divulgação a partir dos dados coletados mostraram-se fundamentais ao processo de sensibilização e conhecimento da tecnologia em estudo.

Dentre os impactos positivos observados a partir das estratégias aplicadas destacam-se:

1) Despertar os diferentes atores sociais locais para a quantidade expressiva de resíduos sólidos domiciliares que é gerada diariamente no Distrito de Malhada da Roça (300kg/dia) e para os problemas decorrentes da falta de gerenciamento, uma vez que os resíduos são encaminhados ao lixão e queimados diariamente;

2) Identificar os tipos de resíduos sólidos que são produzidos no Distrito e que são encaminhados ao lixão sem nenhuma seleção prévia, suscitou-se entre os participantes o desejo de evitar que resíduos sejam destinados ao lixão;

3) Provocar mudanças de percepção em relação vários aspectos:

- Tanques sépticos: os tanques sépticos eram vistos enquanto local de armazenamento de esgotos e que não precisava de manutenção;

- Lodo de tanque séptico: o fato de não haver atenção com os tanques sépticos motivava a despreocupação e até o desconhecimento em relação às características do lodo gerado. Quando ocorria o extravasamento de um tanque séptico, os moradores em mutirão e sem nenhum equipamento de segurança

realizavam a manutenção, encaminhando o lodo para um terreno a céu aberto, em geral, um ambiente de caatinga, demonstrando a desvalorização também desse bioma;

- O uso de lodo de tanque séptico na agricultura: inicialmente os participantes não concordavam em usar este tipo de resíduo por considerar sem utilidade e sujo e por desconhecer as alternativas de tratamento, no entanto, no decorrer do projeto, os próprios agricultores concluíram que estavam desperdiçando nutrientes, “alimentos para plantas”, a exemplo do que acontecera com os demais resíduos;

- O princípio da co-responsabilidade e co-participação: na medida em que os resultados eram apresentados e discutidos, os participantes questionavam entre si, por que ficavam a espera dos gestores públicos para resolver os seus problemas. Os questionados iniciaram o processo de sensibilização que desperta para o princípio da co-responsabilidade e co-participação:

“Se o meio ambiente está poluído, somos nós que adoecemos”.

“Somos nós que produzimos resíduos, por que não destinamos de forma certa?”

“Nós podemos aproveitar os resíduos que produzimos. Até vender para Boa Vista. E o dinheiro fica para o Clube de Mães”.

- O conceito de lixo: inicialmente todos os participantes, exceto alguns professores que já haviam participado de outro projeto de Educação Ambiental, concebiam resíduos sólidos como lixo. Por isso, não detinham o hábito de separá-lo, reutilizá-lo ou reciclá-lo. Compreendido enquanto sujeira, os resíduos não podiam nem mesmo ficar acumulados nas residências, precisavam ser coletados e encaminhados diariamente para distante dos olhares humanos. Outro fato decorrente dessa percepção é a ausência de catadores de material reciclável no município. Por um lado, os resíduos recicláveis são desperdiçados; por outro lado, a renda familiar média não ultrapassa a dois salários, e o número de pessoas desempregadas é significativo. Destaca-se que as oficinas realizadas favoreceram o reconhecimento de várias possibilidades de reutilização e reciclagem dos resíduos sólidos, especialmente os resíduos de papel, plástico e orgânico.

- Compreensão da tecnologia de tratamento de lodos de tanque séptico: na medida em que o processo de sensibilização, mobilização e formação



acontece os participantes desse projeto foram compreendendo as alternativas tecnológicas disponíveis para tratamento de lodo de esgotos. Principalmente, em relação à compostagem. Para os participantes, os resultados referentes à quantidade e ao tipo dos resíduos produzidos no Distrito e à problemática que envolve os tanques sépticos e resíduos sólidos foram bastante surpreendentes. Para os participantes, lodo de tanques sépticos não poderia ser transformado em adubo. Ressalta-se a importância do desenvolvimento tecnológico com a participação efetiva dos diferentes atores sociais. O preconceito em relação ao uso de lodo de esgoto foi superado.

#### **5.4. Questionário Aplicado aos Moradores do Distrito de Malhada da Roça.**

O questionário socioambiental (Apêndice B) foi aplicado aos chefes de família de 40 residências, compreendendo pouco mais de 30% da população do distrito, contabilizada em 600 habitantes.

De acordo com os dados, a média de pessoas por família corresponde a aproximadamente cinco. Este dado reflete a tendência da sociedade contemporânea: redução do quadro de famílias numerosas nas comunidades rurais.

A maioria dos moradores residem no distrito a mais de cinco anos (42%). A renda familiar média não ultrapassa a dois salários mínimos nacionais mensais. Observou-se um número significativo de aposentados na população estudada (40%). Em algumas residências, a observação direta não se enquadrava com as respostas atribuídas ao questionário, ou seja, a omissão de informações de renda familiar torna os resultados não condizentes com a realidade.

Quanto ao nível de escolaridade dos moradores, 5% nunca freqüentaram a escola, 60% possuem ensino fundamental incompleto, 5% ensino médio incompleto; 25% ensino médio completo e 5% detêm ensino superior completo, parcela esta correspondente à classe dos professores.

No tocante ao abastecimento de água, 90% das residências possuem água encanada, advinda de cacimba e que não passa por tratamento prévio. O restante utiliza outras fontes, tais como: carro pipa e cisterna.

No entanto, entre as residências que são servidas por abastecimento apenas 44% são contempladas com rede de abastecimento de água periodicamente; 56% utilizam-se tanto do abastecimento urbano, quanto de sistemas de captação e armazenamento de água de chuva (cisterna)

O distrito não possui rede coletora de esgoto. A maioria dos domicílios tem um banheiro (87%), 13% dos domicílios possuem dois ou mais banheiros. Os dejetos oriundos de vaso sanitário são encaminhados para o principal meio de tratamento: tanque séptico. Com relação aos efluentes de lavanderias, 8% das residências o escoam para o quintal, reaproveitando-a para irrigação, principalmente, de fruteiras.

Entre os tanques sépticos analisados, apenas um é de uso coletivo, ou seja, serve duas residências. Segundo Silva (2008), em municípios do interior paraibano, a utilização coletiva de tanques sépticos é observada a exemplo dos municípios de Queimadas/PB, Cabaceiras/PB e Caraúbas/PB.

Os tanques sépticos são localizados na parte dos fundos das residências e em geral não recebem manutenção periódica (70%), onde os moradores aguardam que o sistema extravase para que possam tomar providências corretivas como, por exemplo, a retirada do lodo excedente, que são encaminhados a terrenos a céu aberto.

Com relação aos resíduos sólidos, em torno de 46% da fração orgânica é reaproveitada na alimentação de animais. O restante (54%) é acondicionado em sacos plásticos e encaminhado ao lixão. Atualmente, o distrito conta com coleta regular, em três dias da semana, realizada em carro de boi.

Observou-se a prática de queimada das folhas de varrição, com o intuito de impedir que estas venham a ocupar volume nos sacos de lixo que são encaminhados ao lixão.

O cultivo de horta não é observado entre os moradores, devido à falta de água na região. Culturas sazonais (milho e feijão) são as únicas adotadas por alguns agricultores.

Em relação ao uso de produtos originados dos resíduos sólidos, 80% dos entrevistados usariam adubo originado de resíduos sólidos orgânicos. O restante (20%) não usaria. Quando questionados se usariam adubos advindos de lodo de tanque séptico, apenas 35% dos entrevistados usariam.

70% dos entrevistados expressaram vontade de participar de projetos que tratem de educação ambiental no distrito, demonstrando o anseio da comunidade em adquirir conhecimento.

#### **5.5. Resultados da Caracterização Qualitativa dos Lodos Coletados em Vinte Tanques Sépticos do Distrito de Malhada da Roça**

A análise da composição física e química do lodo de Tanque Séptico é fundamental para o planejamento e sugestões de possibilidades do tratamento e destinação correta dos resíduos. Neste sentido, foram realizadas análises físico-químicas das vinte amostras de lodo de Tanque Séptico, as quais estão expostas na Tabela 7.

Das vinte amostras coletadas, duas apresentaram comportamento divergente (amostra 07 e 14), as quais não apresentaram aspecto de Lodo Anaeróbio. Os referidos Tanques Sépticos apresentavam-se assoreados.

**Tabela 7 – Resultados da Caracterização Físico-química dos Lodos de Tanques Sépticos**

Amostras	Umidade (%)	ST (%)	STV (%)	STF (%)	pH	COT (%ST)	NTK (%ST)	P (%ST)	Ovos viáveis de Helmintos (Ovos/gST)
01	84,32	15,68	33,51	66,49	7,37	18,61	1,23	1,55	59,4
02	86,69	13,31	32,65	67,35	8,15	18,14	1,67	1,65	36,2
03	88,57	11,43	52,57	47,43	7,70	29,21	2,50	1,41	25,3
04	86,10	13,90	39,14	60,86	8,17	21,75	1,47	1,47	27,8
05	73,60	26,40	23,16	76,84	7,64	12,86	0,72	1,31	38
06	89,15	10,85	36,19	63,81	7,57	20,10	1,10	0,79	63,9
07	36,35	63,65	8,47	91,53	7,19	4,71	0,00	0,17	4
08	82,75	17,25	32,74	67,26	7,70	18,19	1,22	1,24	41,8
09	80,13	19,87	38,14	61,86	7,94	21,19	1,42	1,61	37
10	77,84	22,16	27,26	72,74	7,61	15,14	2,15	1,30	56,3
11	89,60	10,40	42,42	57,58	7,59	23,57	0,42	1,35	29,8
12	83,32	16,68	33,87	66,13	7,94	18,82	0,85	1,40	60,6
13	57,24	42,76	12,64	87,36	7,51	7,02	0,40	0,59	36,2
14	38,56	61,44	2,69	97,31	7,29	1,49	0,00	0,22	13,1
15	83,44	16,56	34,54	65,46	8,35	19,19	0,96	1,82	61,5
16	70,25	29,75	14,73	85,27	7,81	8,18	0,18	1,02	26,6
17	86,87	13,13	38,32	61,68	7,74	21,29	1,32	1,64	30
18	79,92	20,08	21,16	78,84	7,48	11,75	0,94	1,53	39,9
19	84,44	15,56	36,10	63,90	7,84	20,05	1,23	1,90	38,3
20	84,85	15,15	25,76	74,24	8,05	14,31	0,84	1,70	41,6
<b>Média</b>	<b>77,20</b>	<b>22,80</b>	<b>29,30</b>	<b>70,70</b>	-	<b>16,28</b>	<b>1,03</b>	<b>1,03</b>	<b>38,37</b>
<b>Desvio Padrão</b>	<b>15,55</b>	<b>15,55</b>	<b>12,37</b>	<b>12,37</b>	-	<b>6,87</b>	<b>0,66</b>	<b>0,49</b>	<b>15,6</b>

No lodo anaeróbico, o teor de sólidos e suas frações revelam seu grau de estabilização orgânica, mostrando a possibilidade do lodo entrar com uma parcela de participação na adição de matéria orgânica no processo de co-compostagem. Um lodo que contenha grande ou pequena quantidade de sólidos orgânicos pode participar no processo de co-compostagem, desde que haja um equilíbrio com outros materiais aos quais o lodo será misturado. Os lodos de Tanques Sépticos caracterizados possuem condições de colaborar no processo de co-compostagem através da participação com parcelas orgânicas e macronutritivas. O processo viabiliza a eliminação de ovos viáveis de helmintos, que demonstrou média de aproximadamente 38,4 ovos viáveis por grama de sólidos totais.

Os tanques sépticos unifamiliares da comunidade de Malhada da Roça foram construídos pela prefeitura e pelos próprios moradores da região, sem observar as configurações exigidas pela NBR 7229/93 e NBR 13969/97. Entre os 20 tanques sépticos analisados, a maioria (95%) possui câmara única, 50% possui suspiro para liberação de gás e em alguns domicílios (8%), o sistema de

esgotamento é seguido pelo pós-tratamento com filtro anaeróbio. Na Tabela 8 são apresentadas às características dos tanques sépticos analisados.

**Tabela 8** - Características dos tanques sépticos unifamiliar estudados em Malhada da Roça, semi-árido paraibano. (TS – Tanque séptico).

CARACTERÍSTICAS	TS <sub>1</sub>	TS <sub>2</sub>	TS <sub>3</sub>	TS <sub>4</sub>	TS <sub>5</sub>	TS <sub>6</sub>	TS <sub>7</sub>	TS <sub>8</sub>	TS <sub>9</sub>	TS <sub>10</sub>
idade da tanque (anos)	1	1	2	2	2	4	3	5	7	7
Número de câmaras	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1
Comprimento (m)	1,8	2,8	1,9	1,6	2,1	2,5	2	2	1,4	2,4
Largura (m)	1,5	2,4	1,5	1,3	1,2	1,4	1,5	1	1,2	2,2
Profundidade (m)	1,5	1,5	1,5	1,5	1,6	1,5	1,5	1,5	1,5	2,5
Capacidade volumétrica (m <sup>3</sup> )	4,2	9,7	4,1	3,1	4	5,3	4,5	3	2,5	13,2
Número de contribuintes (hab.)	4	5	6	6	4	2	4	5	7	5
CARACTERÍSTICAS	TS <sub>11</sub>	TS <sub>12</sub>	TS <sub>13</sub>	TS <sub>14</sub>	TS <sub>15</sub>	TS <sub>16</sub>	TS <sub>17</sub>	TS <sub>18</sub>	TS <sub>19</sub>	TS <sub>20</sub>
idade da tanque (anos)	6	12	6	5	8	20	16	10	5	10
Número de câmaras	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Comprimento (m)	2	1,7	1,5	2,2	2,5	1,2	2,5	2,2	1,2	1,9
Largura (m)	1,5	1,6	1,6	1,4	2,1	2,2	1,7	1,8	1,5	2,5
Profundidade (m)	3	1,5	3,5	1,5	1,5	1,5	1,5	2	1,5	1,3
Capacidade volumétrica (m <sup>3</sup> )	9	4,1	8,4	4,6	7,88	4	6,38	7,9	2,7	6,18
Número de contribuintes (hab.)	9	3	2	5	4	6	5	3	6	4

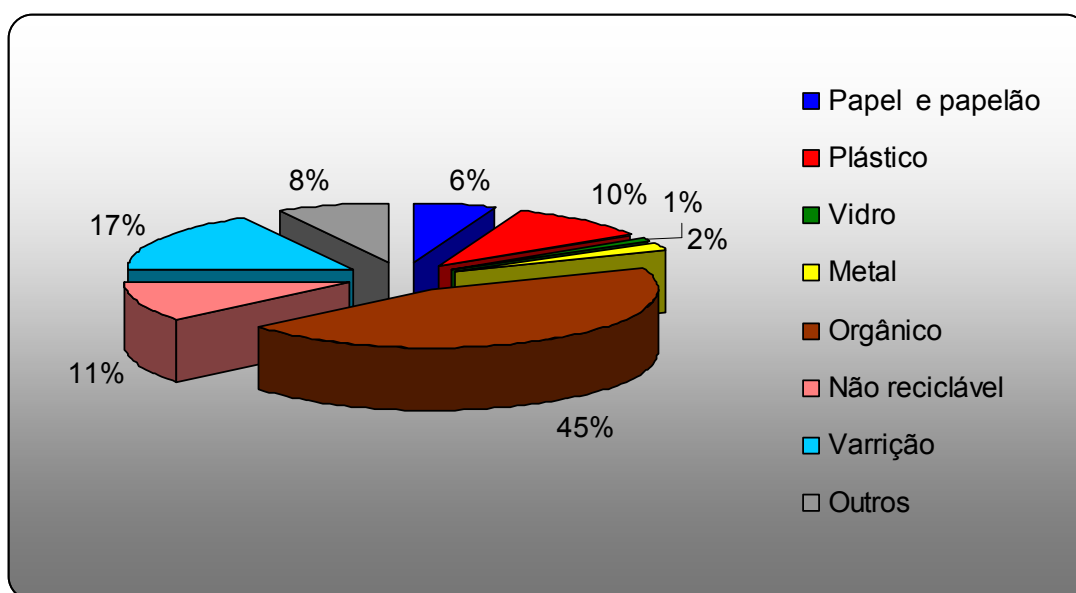
## 5.6. Resultados da Caracterização Qualitativa e Quantitativa dos Resíduos Sólidos Coletados em Vinte Residências do Distrito de Malhada da Roça

Os resíduos sólidos domiciliares foram coletados na fonte geradora, de acordo com a metodologia descrita por Silva (2008). A pesagem total ao término de cada coleta e dados referentes ao número de contribuintes forneceu a produção *per capita* (kg/hab.dia), a qual estimou a produção diária para o distrito. A Tabela 9 apresenta os resultados da caracterização gravimétrica dos resíduos sólidos coletados.

**Tabela 9** – Resultados da Caracterização Gravimétrica dos Resíduos Sólidos Coletados nas Vinte Residências do Distrito de Malhada da Roça.

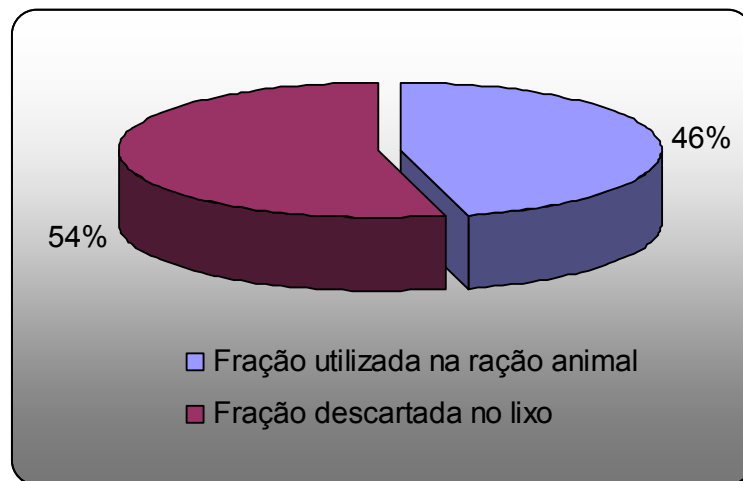
COLETA (Semana)	Papel e papelão (Kg)	Plástico (Kg)	Vidro (Kg)	Metal (Kg)	Orgânico (Kg)	Não reciclável (Kg)	Varição (Kg)	Outros (Kg)	Total (Kg)
1ª	2,2	6,8	0,4	1,2	43,5	5,3	6,2	11,5	77,1
2ª	5,3	4,6	0,3	1,4	16,4	5,3	16,1	1,1	50,5
3ª	2,3	5,4	0,4	1,3	13,42	7,8	5,5	0,74	36,86
<b>Média</b>	3,3	5,6	0,37	1,3	24,44	6,1	9,3	4,4	54,8
<b>Desv. Padrão</b>	1,76	1,11	0,06	0,10	16,57	1,44	5,93	6,11	20,46

Os percentuais médios das coletas estão representados pela Figura 11.



**Figura 11** – Percentuais médios da caracterização gravimétrica dos resíduos coletados no distrito de Malhada da Roça.

Os resíduos sólidos são dispostos em frente às residências em sacos plásticos ou em coletores de borracha, de onde são recolhidos por funcionários da prefeitura e encaminhados ao lixão. Em todas as residências os resíduos sólidos não sofrem seleção prévia, exceto os resíduos sólidos orgânicos que servem de alimento para animais. Neste caso, o resíduo orgânico foi pesado e em seguida devolvido. Durante as três coletas, foi quantificada a fração de resíduos sólidos orgânicos que era descartada no lixo e a fração que era utilizada para alimentação animal. A Figura 12 expõe as referidas frações.



**Figura 12** – Destino dado aos resíduos sólidos orgânicos gerados no distrito de Malhada da Roça

A primeira coleta contou com a colaboração de 18 residências que dispuseram seus resíduos para caracterização. Nas coletas posteriores, a participação foi de 11 e 13 residências, respectivamente. A justificativa para os omissos foi esquecimento ou ainda, de que não produziram resíduos sólidos naquela ocasião.

Em média, a produção *per capita* no distrito de Malhada da Roça atingiu 0,45kg/hab.dia. Segundo Leite *et al.*, (2006a), a produção média *per capita* no Estado da Paraíba é de 0,6kg/hab.dia. Pesquisas realizadas também por Leite *et al.*, (2006b), apontam *per capita* de 0,35kg/hab.dia no município de Taperoá/PB.

A maior parte dos resíduos sólidos domiciliares produzida no Brasil tem potencial para reutilização ou reciclagem. Mas, este procedimento não se efetiva, refletindo-se na disposição final inadequada (Silva, 2008).

A coleta seletiva ainda é uma atividade rara e pouco incentivada pela legislação nacional (MOTA, 2005). Dos 5.566 municípios brasileiros, apenas 8,2% desenvolvem programas de coleta seletiva (RIBEIRO e BESEN, 2007) e, habitualmente, funcionam de forma ineficiente. O acondicionamento incorreto reduz o potencial dos recicláveis; já a separação na fonte, seguida da reciclagem propicia a preservação dos recursos naturais e a economia de energia (SIMONETTO e BORENSTEIN, 2006).

Os dados referentes à caracterização físico-química dos resíduos sólidos orgânicos produzidos no distrito de Malhada da Roça estão representados na Tabela 10.

**Tabela 10** – Resultados da caracterização físico-química e parasitológica dos resíduos sólidos orgânicos produzidos no distrito de Malhada da Roça.

COLETA (SEMANA)	Umidade (%)	ST (%)	STV (%)	STF (%)	pH	COT (%ST)	NTK (%ST)	P (%ST)	Ovos viáveis de Helmintos (Ovos/gST)
1ª Coleta	73,80	26,20	80,73	19,27	5,48	44,85	1,09	0,31	5,99
2ª Coleta	74,48	25,52	73,82	26,18	6,13	41,01	1,16	0,17	5,63
3ª Coleta	77,12	22,88	76,26	23,74	4,85	42,37	0,90	0,13	5,67
Média	75,13	24,87	76,93	23,07	-	42,74	1,05	0,20	5,77
Desvio Padrão	1,76	1,76	3,50	3,50	-	1,95	0,13	0,09	0,19

Os dados confirmam a viabilidade da utilização dos resíduos sólidos orgânicos no processo de co-compostagem, visto que apresentam altos teores de sólidos totais voláteis, passíveis de degradação.

Observam-se também que, apesar da coleta ter sido realizada na fonte geradora, ocorreu a contaminação por ovos viáveis de helmintos. Comportamentos semelhantes foram observados por Silva (2008) em coletas de resíduos sólidos orgânicos domiciliares nos municípios de Cabaceiras/PB, Caraúbas/PB e Queimadas/PB.

### 5.7. Caracterização dos Constituintes na Co-compostagem

Nas Tabelas 11 e 12 estão apresentados os dados referentes à quantidade de constituintes e concentração de sólidos totais, nitrogênio, carbono e ovos de helmintos, respectivamente das pilhas 1 e 2 no início do processo de co-compostagem.

**Tabela 11** – Resultados da caracterização dos componentes de co-compostagem com lodo de tanque, resíduos sólidos orgânicos e folhas de poda.

Componentes	%ST	%N	%C	C/N	Ovos viáveis de helmintos (ovos/gST)
Lodo de Tanque (26kg)	48,64	1,64	14,48	8,83	20,4
RSO (269 kg)	30,89	1,63	48,85	29,97	9,7
Folhas de poda (5,0kg)	93,01	1,5	46,78	31,18	-

RSO: Resíduos Sólido Orgânico



**Tabela 12** – Resultados da caracterização dos componentes de co-compostagem com lodo de tanque e esterco bovino.

Componentes	%ST	%N	%C	C/N	Ovos viáveis de helmintos (ovos/gST)
Lodo de tanque séptico ( 91kg)	9,42	2,84	15,54	5,47	19,8
Esterco Bovino (181Kg)	50,7	1,13	42,08	37,23	17,5

No caso da pilha 1, a umidade da mistura manteve-se inicialmente acima do limite máximo 66%, mesmo com esse alto percentual de umidade não foi detectado zona de anaerobiose durante o processo da co-compostagem, muito embora, no processo foram utilizados três revolvimentos buscando favorecer a entrada de ar que também é responsável pela diminuição da umidade.

## 5.8. Resultados do Monitoramento do Sistema Experimental

### 5.8.1. Teor de Umidade

A água é um veículo essencial nos processos bioquímicos e seu controle deve ser freqüente nos sistemas de compostagem. Andreoli (2001) confirma que o teor de umidade depende também da eficácia da aeração e das características físicas dos resíduos (estrutura, porosidade). A adição de água e altura das pilhas 1 e 2 estão expostas nas Tabelas 13 e 14.

**Tabela 13** - Adição de Água e Altura na Pilha 1

<b>Dias</b>	<b>ALTURA (cm)</b>	<b>ADIÇÃO DE ÁGUA (litros)</b>
1	75,0	0,0
7	70,0	0,0
14	62,0	25,0
21	58,0	30,0
28	52,0	30,0
35	49,0	20,0
42	45,0	25,0
49	45,0	0,0
56	45,0	20,0
63	40,0	15,0
70	40,0	15,0
77	35,0	10,0
84	35,0	10,0
91	35,0	10,0
98	32,0	10,0
105	30,0	10,0
112	30,0	10,0
119	30,0	0,0

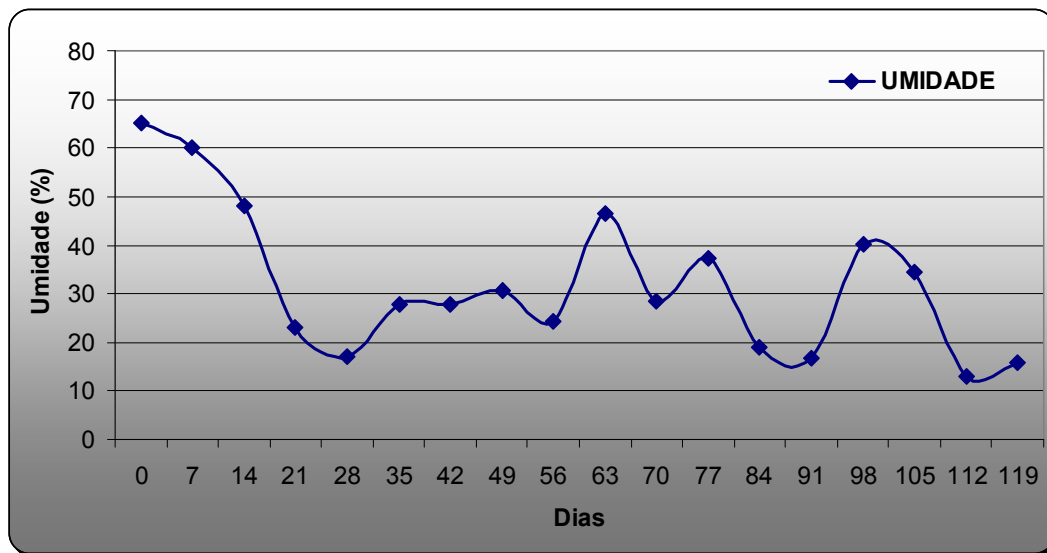
**Tabela 14** - Adição de Água e Altura na Pilha 2

<b>Dias</b>	<b>ALTURA (cm)</b>	<b>ADIÇÃO DE ÁGUA (litros)</b>
1	85,0	0,0
7	80,0	0,0
14	75,0	0,0
21	65,0	30,0
28	69,0	25,0
35	65,0	25,0
42	63,0	20,0
49	63,0	20,0
56	60,0	25,0
63	60,0	25,0
70	60,0	20,0
77	60,0	20,0
84	56,0	25,0
91	56,0	20,0
98	55,0	0,0

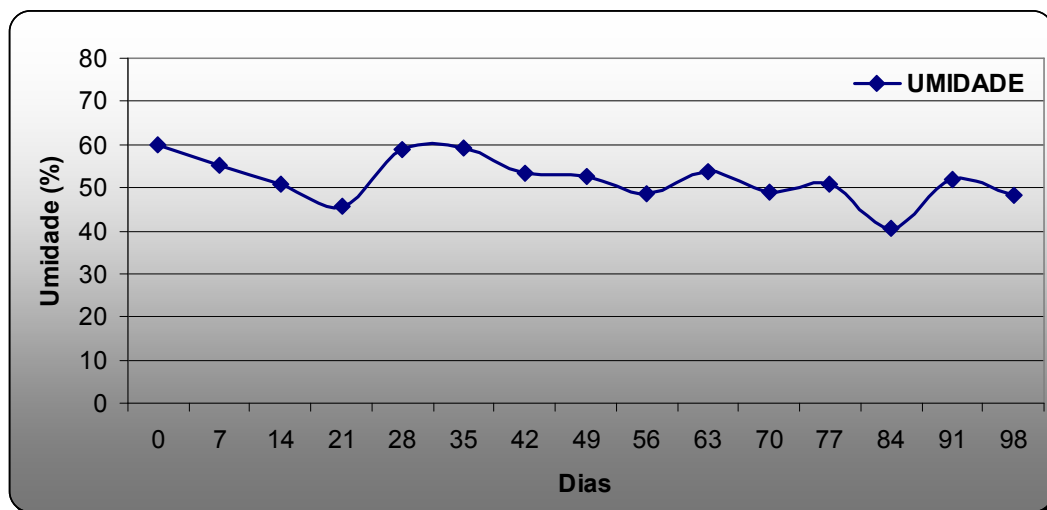
É natural a diminuição de umidade no decorrer do processo, causadas tanto pelo aumento de temperatura do sistema quanto pela aeração. É preferível que a correção da umidade seja feita durante todo o processo, desde que se respeite à umidade final máxima do material.

O teor de umidade é um fator limitante para o avanço dos estágios de compostagem, exigindo cuidados que visem seu controle. Seu excesso causa formação de zonas de anaerobiose, já que a passagem de ar torna-se

prejudicada, tendo em vista que os espaços vazios ficarão preenchidos por líquido; sua escassez promove o retardo das atividades biológicas. Os valores referentes à umidade nas Pilhas 1 e 2 estão dispostos as Figuras 13 e 14:



**Figura 13** - Comportamento de evolução temporal do teor de umidade (%) na Pilha 1.



**Figura 14** - Comportamento de evolução temporal do teor de umidade (%) na Pilha 2.

Conforme a Tabela 12 o esterco bovino chegou ao pátio de compostagem com teor de umidade inferior a 50% logo a mistura de duas partes de esterco para uma de lodo com alto teor de umidade foi suficiente para manter uma mistura com 62% de umidade.

Quando o processo não inicia dentro da faixa ótima de umidade, ocorre o atraso de transição da fase mesófila para termófila, não dependendo somente da umidade, como também da aeração e de outros fatores. O monitoramento periódico, seguido de aeração, colaborou para o andamento do processo.

### **5.8.2. Monitoramento da Temperatura**

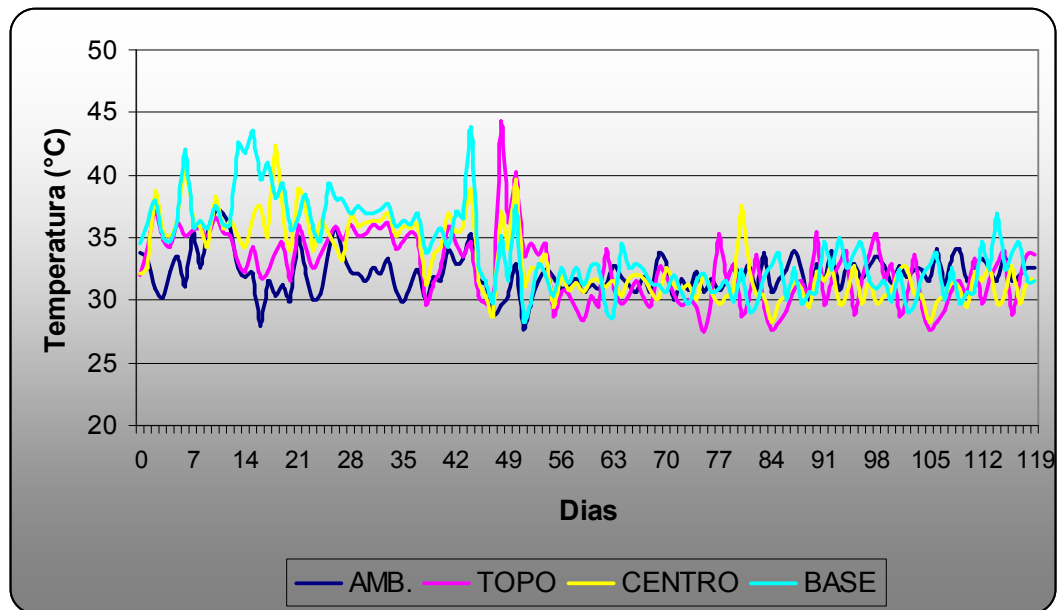
A temperatura é um parâmetro indicativo relevante das atividades de degradação aeróbia da matéria orgânica. A co-compostagem possui fases distintas com participação de grupos de microrganismos, e cada fase possui temperaturas típicas.

Embora a elevação da temperatura seja necessária e interessante para a eliminação de organismos patogênicos, alguns pesquisadores observaram que a ação dos microrganismos sobre a matéria orgânica aumenta com a elevação da temperatura até 65°C; acima deste valor, o calor limita as populações aptas, havendo um decréscimo da atividade biológica. Depois de iniciada a fase termófila (em torno de 45°C), o ideal é controlar a temperatura entre 55 e 65°C. Esta é a faixa que permite a máxima intensidade de atividade microbiológica. Acima de 65°C, a atividade microbiológica cai e o ciclo de compostagem fica mais longo (ANDREOLI, 2001).

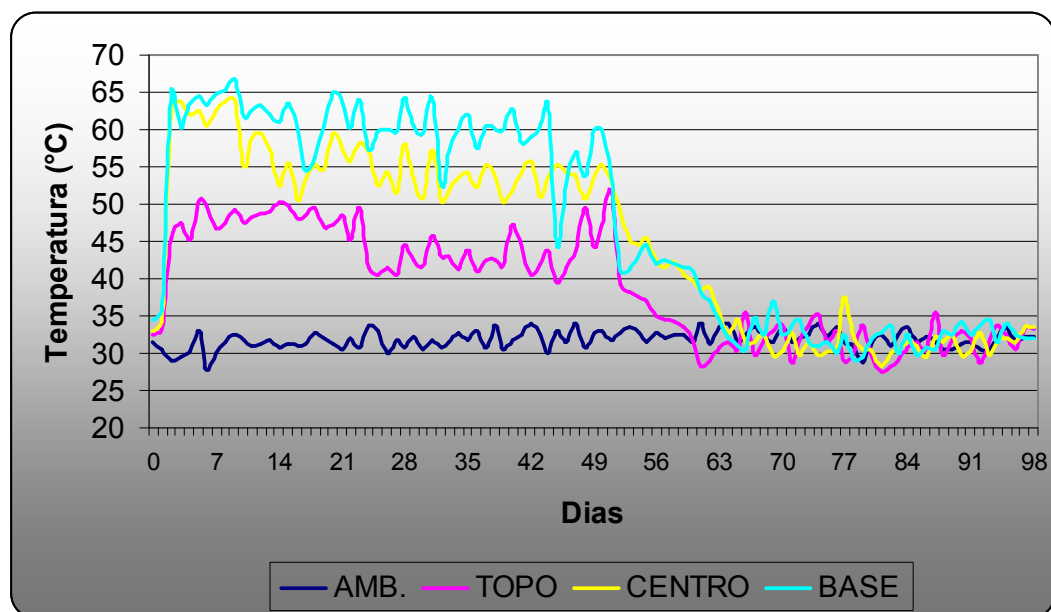
Conforme Kiehl (1998), a faixa ótima para atividade dos microrganismos situa-se de 45°C à 65°C, que também são suficientes para exterminar microrganismos patogênicos. Pereira Neto (1996) afirma que a manutenção de temperaturas termofílicas controladas (45°C – 65°C), na fase de degradação ativa, é um dos requisitos básicos, uma vez que somente por meio desse controle pode-se conseguir o aumento da eficiência dos microrganismos decompositores, e a eliminação dos microrganismos patogênicos.

O monitoramento da temperatura é indispensável para confirmação do funcionamento adequado do sistema. Ao se observar a temperatura, consegue-se obter uma idéia geral do comportamento do sistema principalmente nas camadas onde a entrada de oxigênio é prejudicada, tendo um comportamento anaeróbio que se reflete em temperaturas mais baixas e na necessidade de aeração periódica.

O monitoramento da temperatura compreendia a medição em três níveis de profundidade da pilha: topo (10cm de profundidade), centro (profundidade mediana) e base (profundidade total). A temperatura ambiente também era aferida. As variações de temperatura registradas nas Pilhas 1 e 2 estão representadas nas Figuras 15 e 16.



**Figura 15** - Comportamento da evolução temporal das temperaturas no topo, centro e base da Pilha 1 e da temperatura ambiente.



**Figura 16** - Comportamento da evolução temporal das temperaturas no topo, centro e base da Pilha 2 e da temperatura ambiente.

Nas primeiras 48 horas de monitoramento o aumento da temperatura era esperado em todas as pilhas, os maiores picos de temperatura foram medidos nos dias posteriores a aeração dos sistemas.

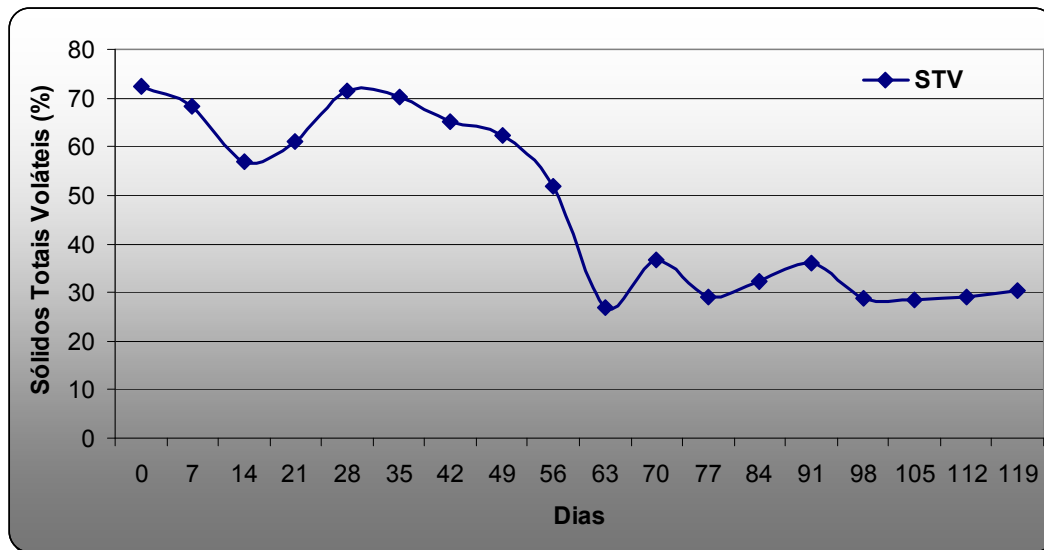
Os valores refletem diretamente em qual fase o sistema se encontra, seja ela fase de degradação ativa ou de maturação. A pilha 1 apresentou elevação de temperatura, em relação à temperatura ambiente, nos primeiros 38 dias de monitoramento. Na pilha 2, a elevação da temperatura se estendeu durante os primeiros 60 dias.

Os níveis de temperatura são importantes, pois asseguram que está ocorrendo à degradação da matéria orgânica, juntamente com a extinção de ovos viáveis de helmintos que venham a compor a mistura no início do processo.

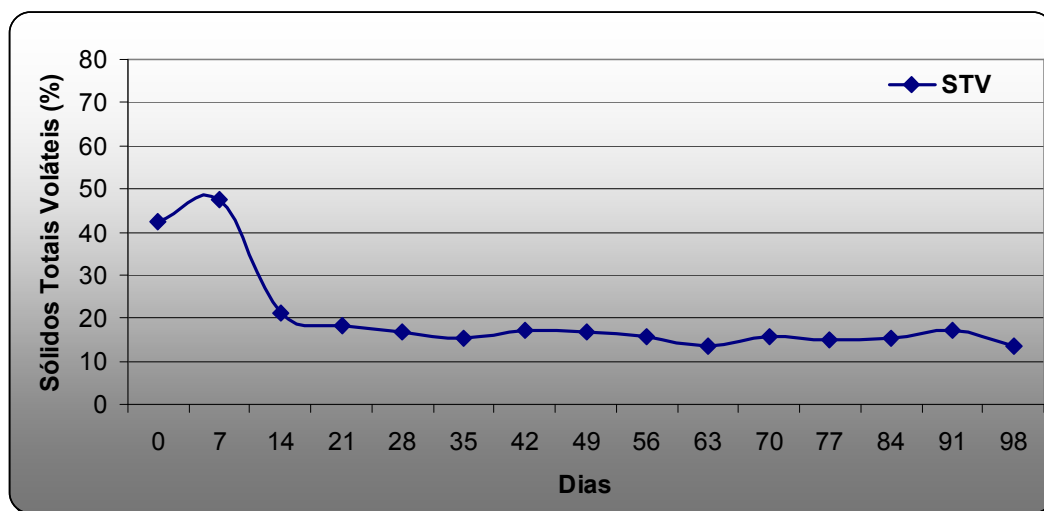
Albuquerque (2003) constatou em seus trabalhos de compostagem de resíduos orgânicos urbanos uma faixa média de temperatura igual a 60°C, nos primeiros 10 dias. Kiehl (1998), afirma que a faixa de temperatura na fase termofílica deve estar no mínimo entre 25°C e 45°C e ótimas entre 50°C e 55°C, e a fase mesofílica no mínimo entre 15°C e 25°C e ótima entre 25°C e 40°C.

### **5.8.3. Sólidos Totais Voláteis**

A estimativa das frações de sólidos totais voláteis é importante, visando principalmente à determinação da relação carbono/nitrogênio que, por conseguinte, é o principal fator que melhor caracteriza o equilíbrio dos substratos. As frações de sólidos totais voláteis encontradas nos compostos das pilhas 1 e 2 estão inseridas nas Figuras 17 e 18.



**Figura 17** - Comportamento da evolução temporal na redução de sólidos totais voláteis no composto da pilha 1.



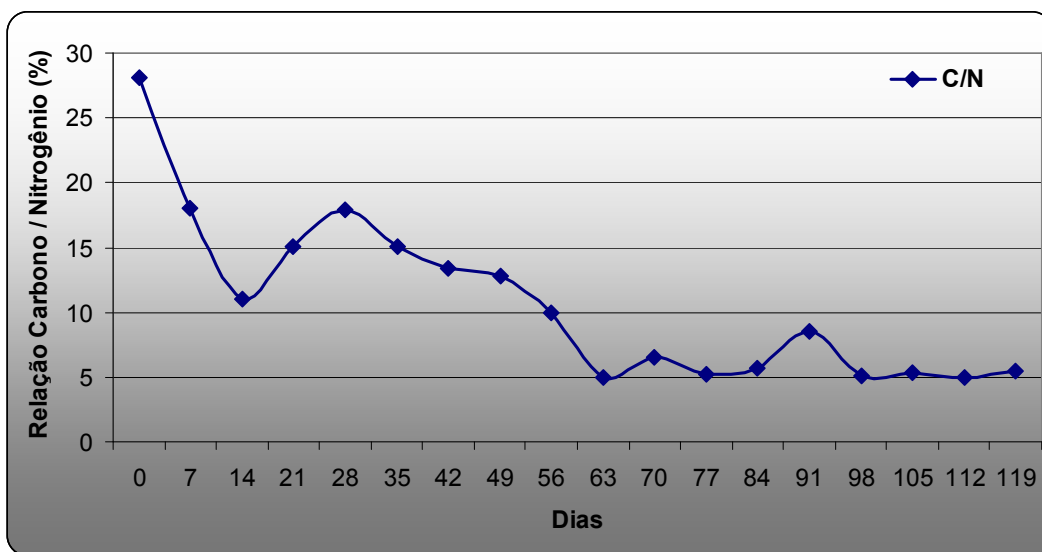
**Figura 18** - Comportamento da evolução temporal na redução de sólidos totais voláteis no composto da pilha 2.

#### 5.8.4. Relação C/N

A demanda energética dos microrganismos é fornecida pelo carbono e nitrogênio que são substâncias fundamentais no metabolismo. De acordo com

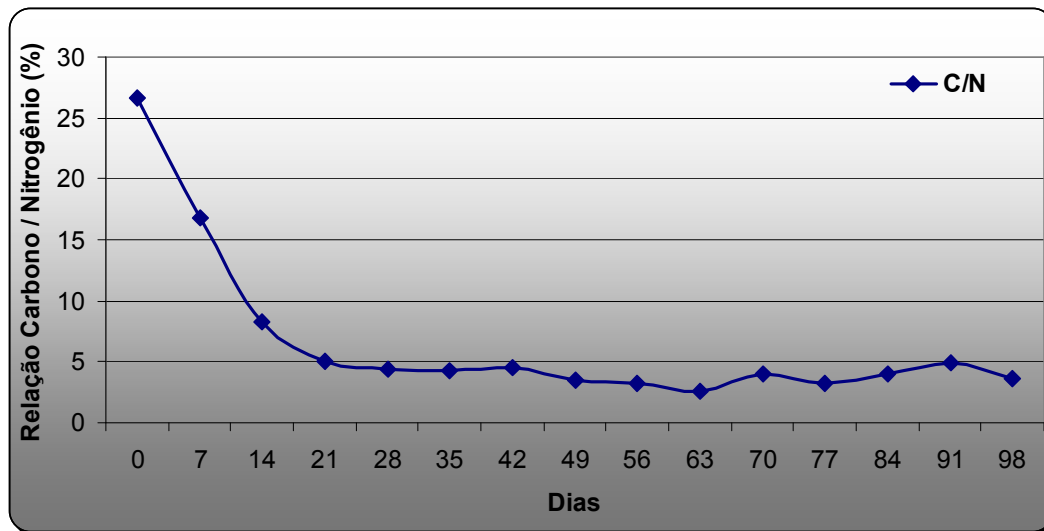
Andreoli (2001), o carbono é a principal fonte de energia disponível aos microrganismos no processo de compostagem e o nitrogênio é necessário para a síntese celular.

Teoricamente, a relação C/N inicial ótima do substrato deve se situar em torno de 30. Na realidade, constata-se que ela pode variar de 20 a 70 de acordo com a maior ou menor biodegradabilidade do substrato. Tanto a falta de nitrogênio quanto a falta de carbono limitam a atividade microbológica. Como resultado, o processo de compostagem será mais lento (ANDREOLI, 2001). Os valores registrados nas pilhas 1 e 2 são representados nas Figuras 19 e 20.



**Figura 19** - Comportamento da evolução temporal da relação C/N na Pilha 1.





**Figura 20** - Comportamento da evolução temporal da relação C/N na Pilha 2.

Observa-se na Figura 20 que a baixa relação C/N (5,47/1) do lodo de tanque séptico foi balanceada pela presença do esterco bovino (C/N=37,32), mantendo uma relação C/N inicial em torno de 27/1. Essa condição de fonte de carbono juntamente com a umidade de 62% favoreceram a ação dos organismos permitindo o sucesso do processo de compostagem.

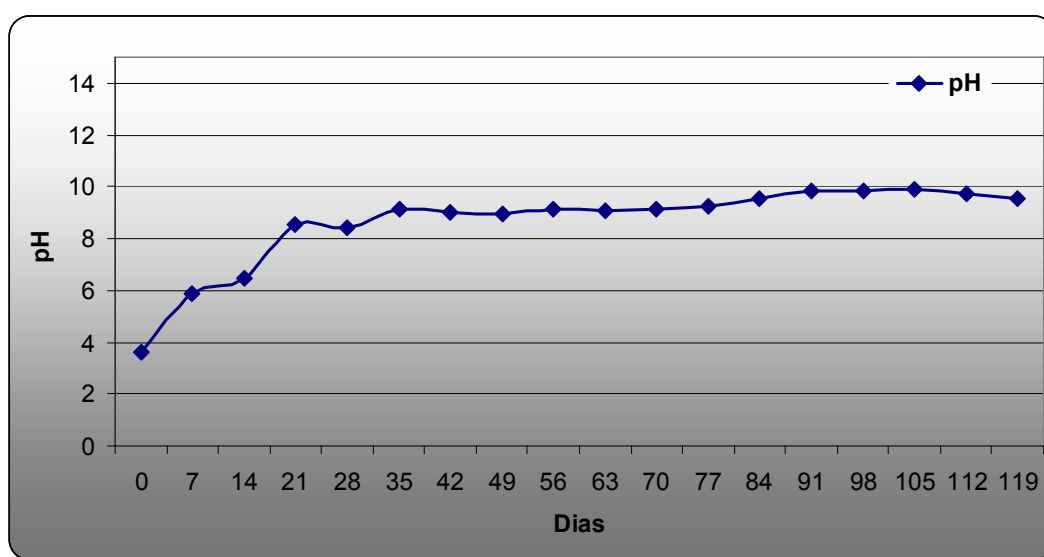
Segundo Kiehl (2002), independentemente da relação C/N inicial, no final da compostagem a relação C/N converge para menores valores, devido às perdas maiores de carbono que de nitrogênio no desenvolvimento do processo.

A composição do material a ser compostado (relação C/N), é importante para a velocidade do processo, para o início da compostagem a relação ideal é 25 a 30 partes de carbono para um de nitrogênio (Ogunwande et al, 2008). Quando a relação for muito baixa é necessário colocar materiais ricos em carbono para manter a relação equilibrada.

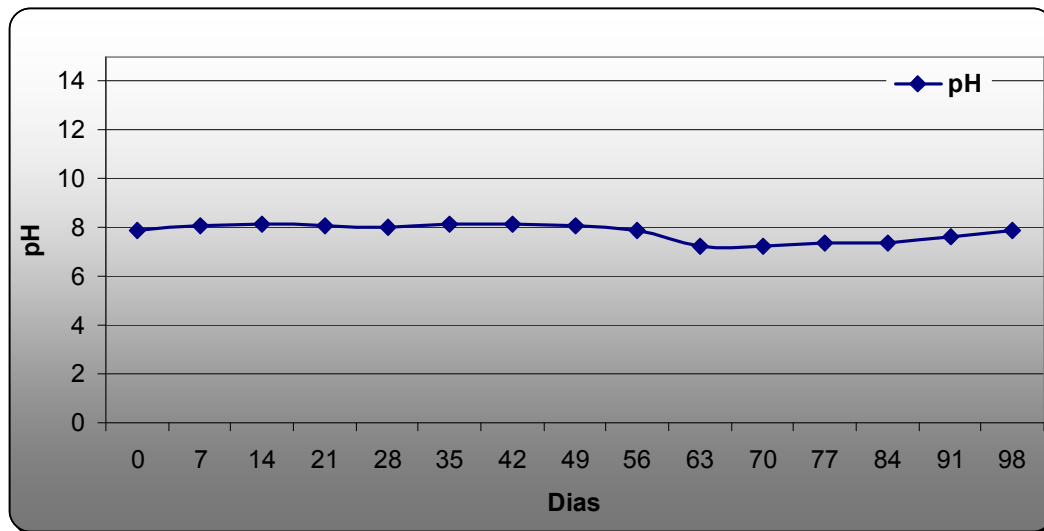
### 5.8.5. pH

Pereira Neto (1996), indica que a faixa ótima para a compostagem encontra-se entre 6,5 a 8,0, no entanto, cita que experiências realizadas na Universidade Federal de Viçosa – UFV, indicam que a compostagem pode ser desenvolvida com uma faixa bem mais ampla de pH, entre 4,5 a 9,5.

O início do processo é marcado por pH baixo, causado pela produção de ácidos orgânicos. A passagem à fase termófila é acompanhada por rápida elevação do pH, que se explica pela hidrólise das proteínas e pela liberação de amônia. Assim, normalmente o pH se mantém alcalino (7,5-9), durante a fase termófila. De qualquer forma, principalmente se a relação C/N da mistura for conveniente, o pH geralmente não é um fator crítico da compostagem (ANDREOLI, 2001). Os valores relacionados ao pH nos compostos das pilhas 1 e 2 encontram-se nas Figuras 21 e 22.



**Figura 21** - Comportamento da evolução temporal do pH no composto da pilha 1.



**Figura 22** - Comportamento da evolução temporal do pH no composto da pilha 2

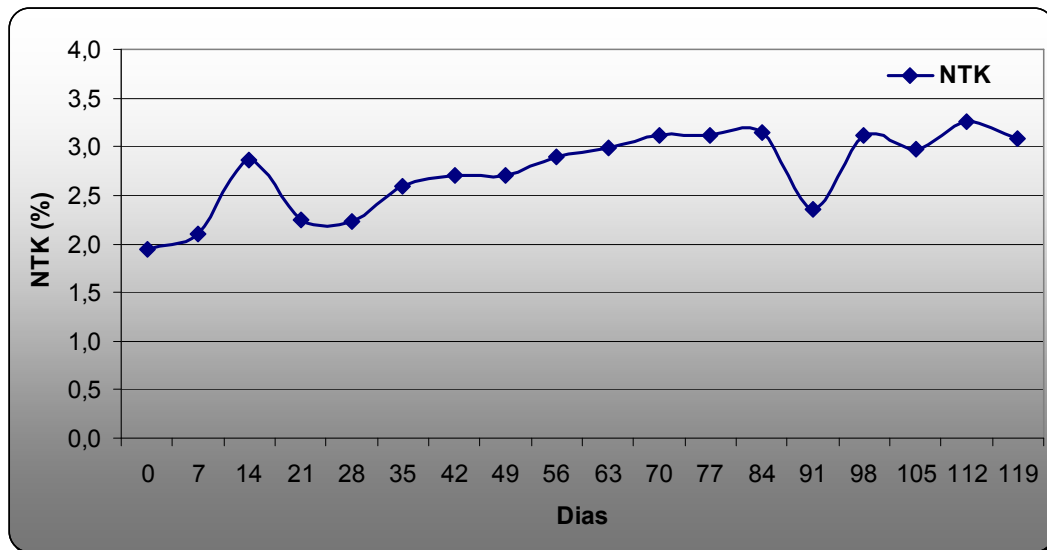
O pH está relacionado com o nível de maturação no qual o resíduo se encontra, por isso os maiores níveis de pH indicam que o composto está maturado. Segundo Kiehl (2002), adubos orgânicos com pH acima de 7,0 são classificados como ótimos para uso como fertilizantes.

Silva (2008) observou valores de pH por volta de 10, em adubos obtidos em 105 dias de processamento por compostagem.

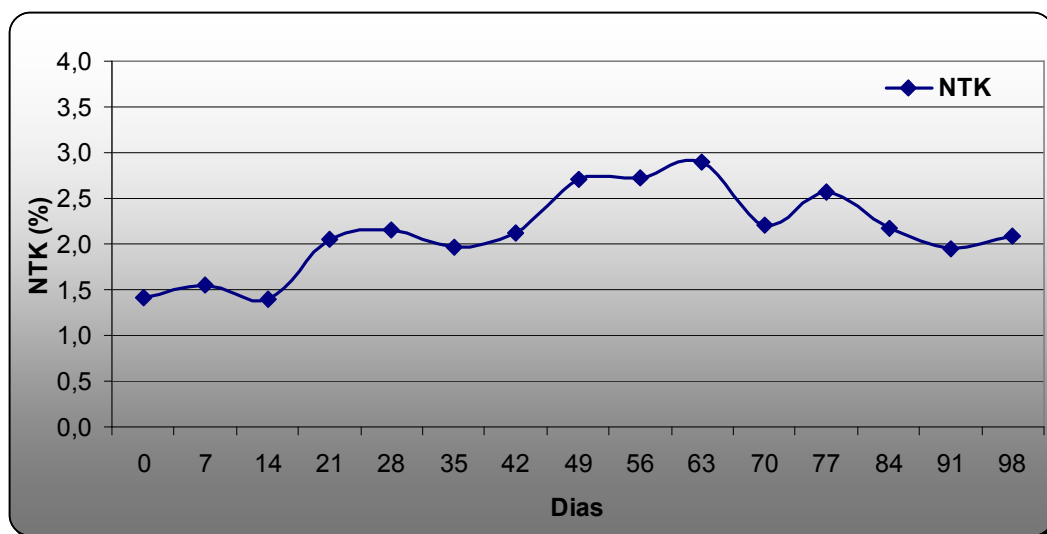
#### **5.8.6. Nutrientes**

Os principais nutrientes investigados durante o processo de compostagem foram: Nitrogênio, fósforo, sódio e potássio. Destes, obtém-se a concentração de NPK que é de extrema importância para avaliação agrônômica dos adubos.

O nitrogênio é um nutriente necessário nos processos de compostagem, por representar fonte de energia usada pelos microrganismos na síntese de proteínas. A escassez de nitrogênio promove um desenvolvimento limitado de microrganismos e seu excesso é evidenciado pela volatilização de amônia. Os teores de NTK quantificados durante o monitoramento das pilhas 1 e 2 estão dispostos nas Figuras 23 e 24.



**Figura 23** - Comportamento da evolução temporal de percentual do NTK no composto da pilha 1.

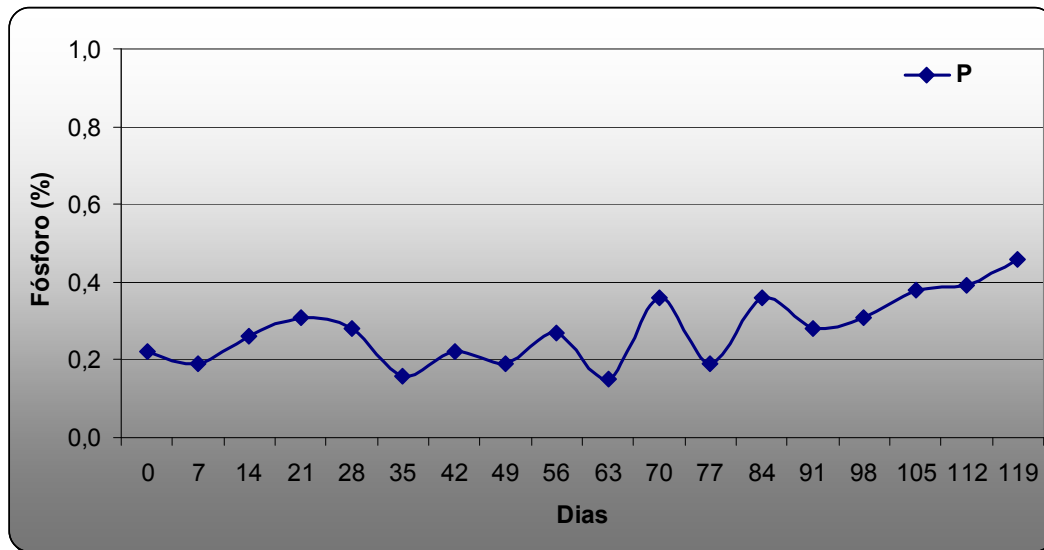


**Figura 24** - Comportamento da evolução temporal de percentual do NTK no composto da pilha 2.

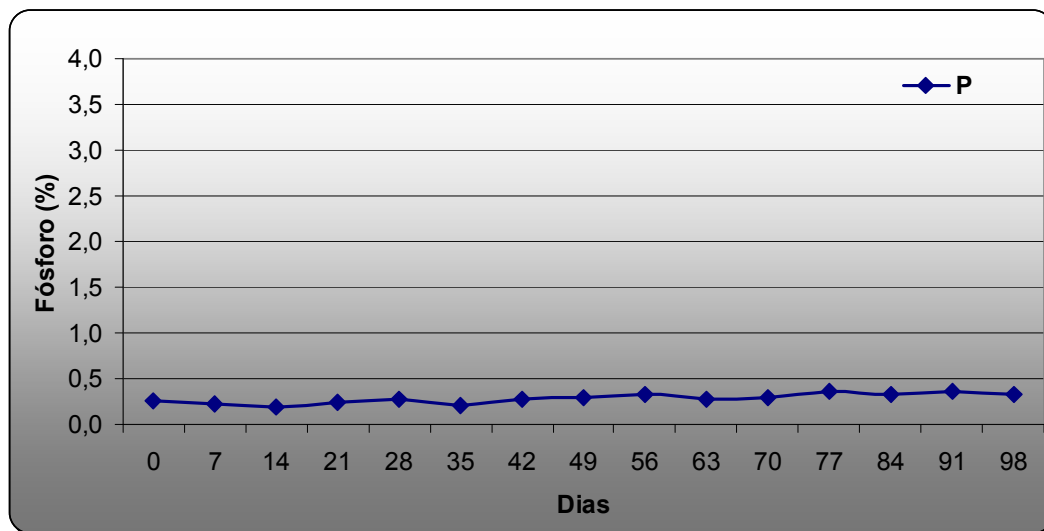
A avaliação do aumento de nitrogênio total leva ao entendimento que, por conta da diminuição de outros elementos como carbono e umidade, os demais elementos como nitrogênio, passam a representar-se em maior quantidade, refletindo numa diminuição da relação C/N que indica avanço da fase de maturação.

O fósforo é um nutriente essencial ao desenvolvimento vegetal, porém, altas concentrações são prejudiciais principalmente a corpos aquáticos, por ser

um elemento eutrofizador. Valores investigados nas pilhas 1 e 2 são apontados nas Figuras 25 e 26.



**Figura 25** - Comportamento da evolução temporal de percentual de fósforo na pilha 1

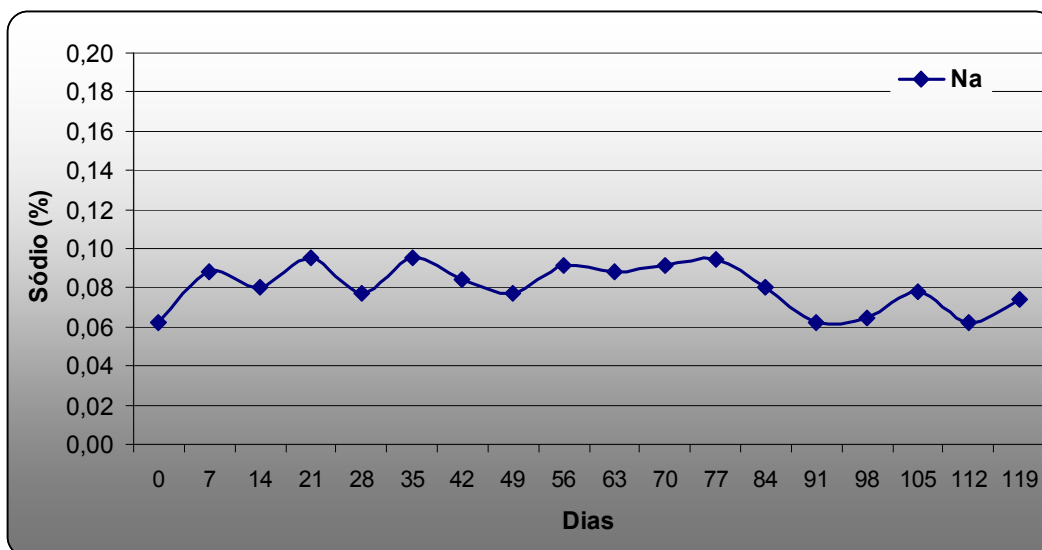


**Figura 26** - Comportamento da evolução temporal de percentual de fósforo na pilha 2.

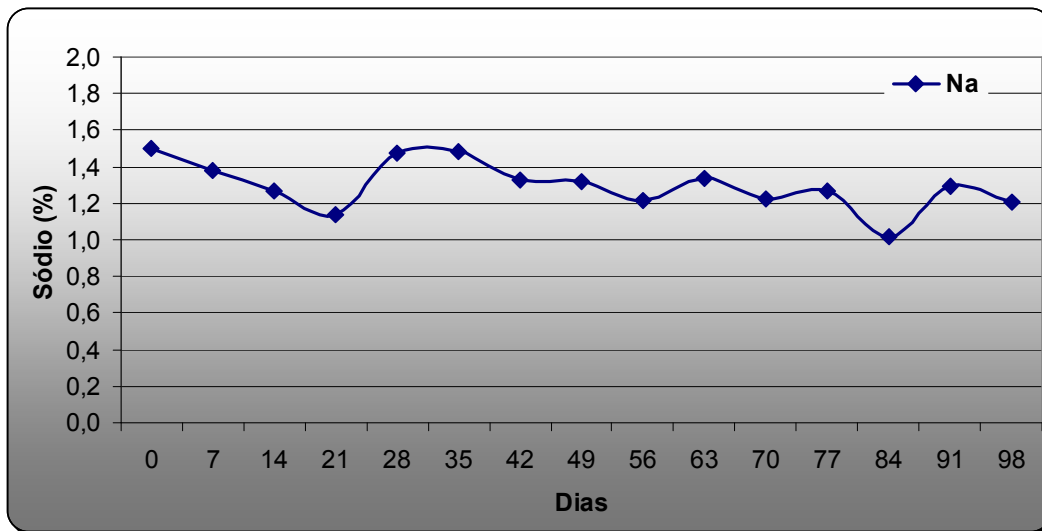
Segundo Albuquerque (2003), o fósforo é essencial ao crescimento das plantas e nenhum outro nutriente pode substituí-lo. Segundo Andreoli (2001), a participação do fósforo na compostagem é pouco conhecida, porém, sua presença é importante principalmente ao fornecer maior valor agrônômico ao adubo resultante.

A redução nos teores de fósforo não ocorre no decorrer do monitoramento, visto que o fósforo não migra para espécies voláteis. Sua concentração aumenta no sistema a partir da diminuição de outros compostos, como carbono.

O sódio é um dos nutrientes responsáveis pelos teores de salinidade no solo e sua investigação é mais importante nos produtos resultantes do processo de compostagem, afim de que se evite sua disposição demasiada em locais saturados pelo sódio. Seu monitoramento semanal confirma sua existência e permanência de valores médios nas pilhas. Os teores encontrados encontram-se nas Figuras 27 e 28.



**Figura 27** - Comportamento da evolução temporal de percentual de sódio na pilha 1



**Figura 28** - Comportamento da evolução temporal de percentual de sódio na pilha 2.

As diferenças entre os teores de sódio nas pilhas 1 e 2 são claras, podendo ser justificadas pelo tipo de resíduo empregado na preparação do substrato. O esterco bovino conserva muitas das propriedades inerentes à alimentação bovina, que faz uso do sal e de grãos secos, além de capim e palma. Certamente os resíduos orgânicos domiciliares possuem teores de sódio menores que os observados no esterco.

O potássio é um dos três nutrientes usados na avaliação agrônômica do adubo resultante, a partir da relação NPK (Nitrogênio, Fósforo e Potássio). Daí a importância de sua quantificação. Os valores registrados semanalmente estão dispostos nas Figuras 29 e 30.

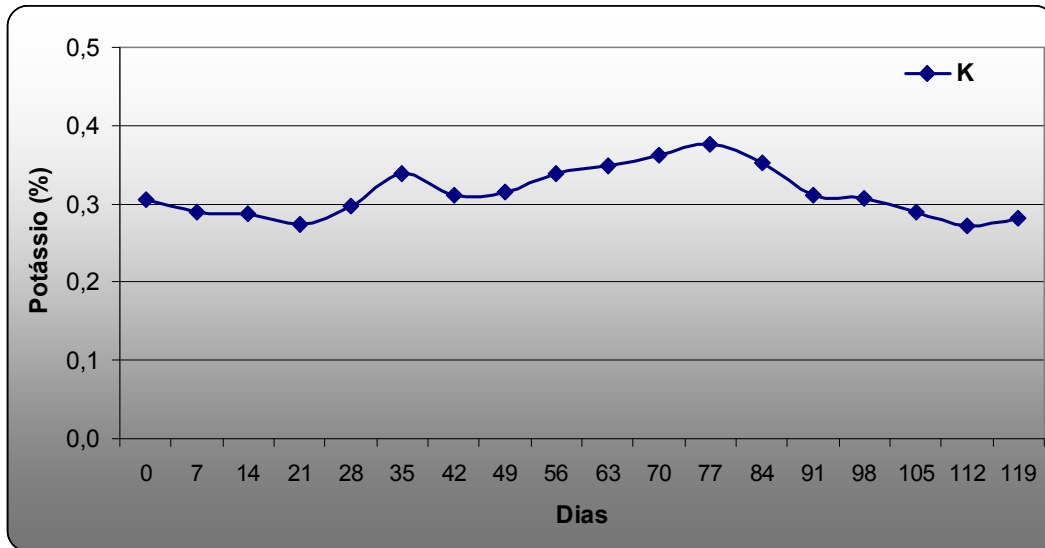


Figura 29 - Comportamento da evolução temporal de percentual de potássio na pilha 1.

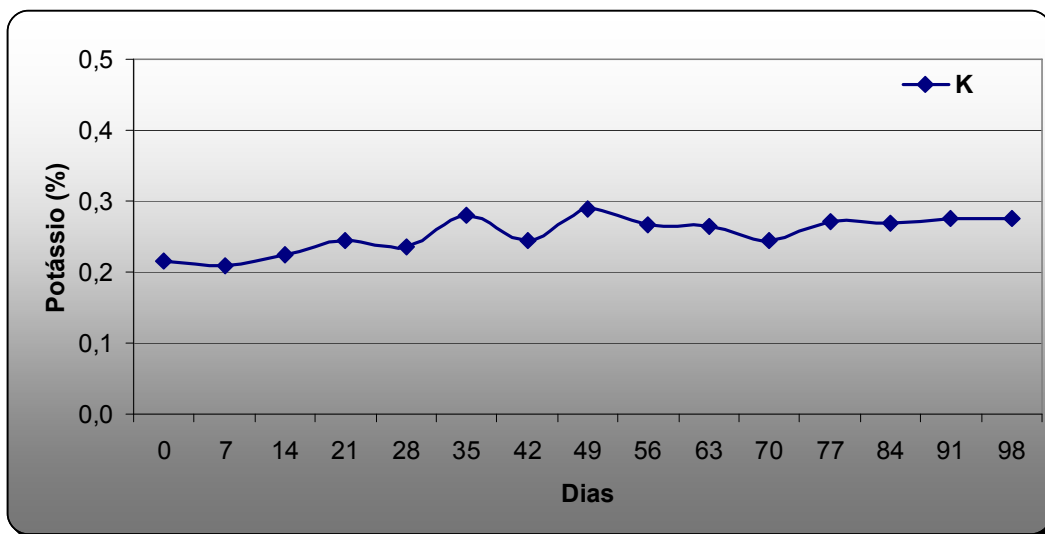


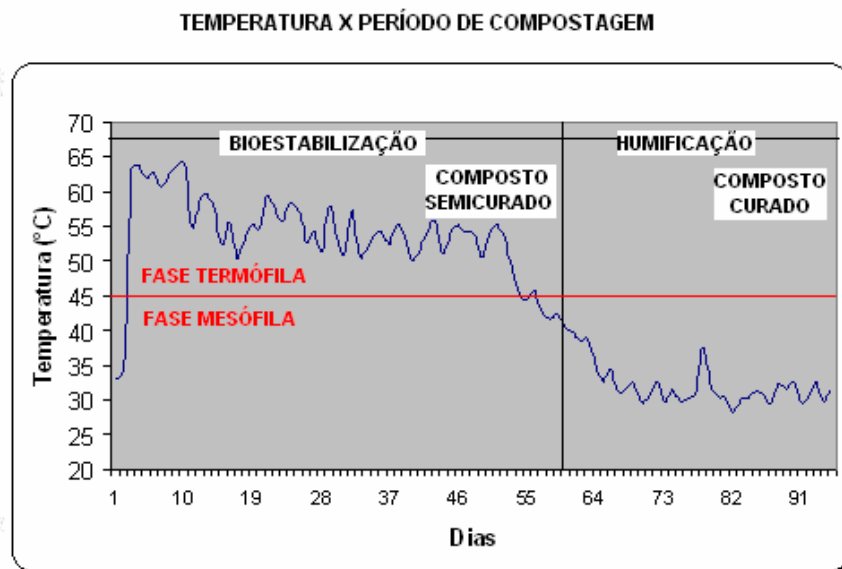
Figura 30 - Comportamento da evolução temporal de percentual de potássio na pilha 2.

O potássio é um dos macronutrientes primários mais importantes e básicos à formação de matéria vegetal sobre a terra (Albuquerque, 2003). Sua presença em teores aceitos pela legislação é importante ao desenvolvimento vegetal.



## 5.9. Qualidade dos Compostos Produzidos

O lodo de esgoto pode promover impactos ambientais negativos devido a três fatores: presença de metais pesados, de compostos persistentes e de organismos patogênicos. Na Figura 31 está representado o comportamento da pilha de co-compostagem constituída de lodo de tanque séptico conjuntamente com e esterco bovino. Entre as duas pilhas analisadas, esta foi a que apresentou dados de temperatura mais relevantes e com melhores condições de representação gráfica que seja compatível à literatura. Observa-se na Figura 31 que a elevação da temperatura na pilha de co-compostagem indica a ação de pelo menos dois grupos de microrganismos: o primeiro na temperatura inicial de 34°C, os mesófilos e após três dias a temperatura atingiu 64°C, portanto asseguram-se ações de microrganismos termófilos, voltando a fase mesófila após os 55 dias de compostagem, esse comportamento assemelha-se a teorias apresentadas na literatura (KIEHL, 2002).



**Figura 31** - Comportamento da temperatura em função do tempo de co-compostagem de lodo de tanque séptico com esterco bovino.

A qualidade do composto é definida pelas características e pela origem dos substratos orgânicos utilizados na co-compostagem. No caso específico do lodo de esgoto como um dos substratos, poderá comprometer a qualidade do composto devido a três fatores: presença de metais pesados, de compostos persistentes e de organismos patogênicos. Esses fatores podem produzir impactos negativos ao consumidor dos produtos agrícolas ou ao meio ambiente.

As pilhas de co-compostagem montadas e monitoradas nesse experimento utilizaram lodo de tanque séptico puramente doméstico, portanto, as atenções são voltadas aos organismos patogênicos.

Observa-se na Figura 31 que após os três dias iniciais a temperatura saiu da fase mesófila e permaneceu na fase termófila durante os 50 dias iniciais de compostagem, com temperatura abaixo dos 65°C e acima dos 50°C. Condições suficientes para eliminar organismos patogênicos produzindo biossólido classe B (BRASIL, 2006).

Quanto à redução de atratividade de vetores, a resolução CONAMA n. 380 de 31 de outubro de 2006, recomenda que “durante o processo de compostagem a temperatura deve ser mantida acima de 40° C por pelo menos 14 dias. A temperatura média durante este período deve ser maior que 45°C”.

Com relação às quantidades de composto produzidas em cada tratamento, a Tabela 16 expõe composições de massa final de pó, farelo fino e farelo grosso, segundo as recomendações da Instrução normativa nº 25 (BRASIL, 2009).

**Tabela 15** - Caracterização da massa final resultante das pilhas de co-compostagem.

Tratamentos	Massa			Composição da massa final após peneiramento					
	Inicial		Final (%)	Pó (2mm)		Farelo (4mm)		Farelo grosso (>4mm)	
	(kg)	(kg)		(kg)	(%)	(kg)	(%)	(kg)	(%)
<b>Pilha 1</b>	300	33	11,0	13,01	39,39	3,8	11,38	16,3	49,23
<b>Pilha 2</b>	272	172	63,4	148	85,85	9,1	5,28	15,3	8,87

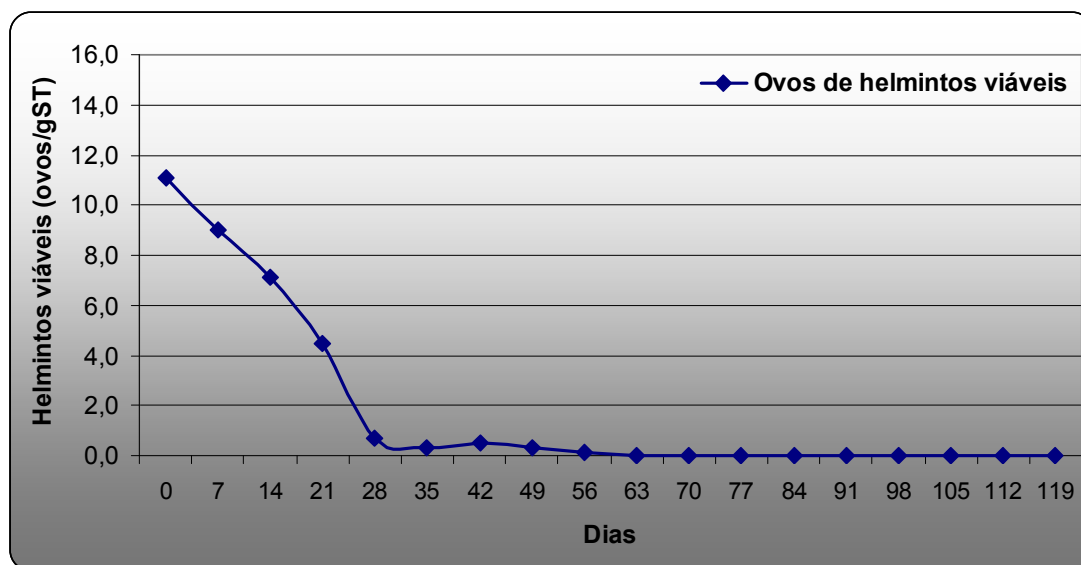
A Tabela 17 mostra as frações dos nutrientes N, P e K e a respectiva soma que, seguindo as normas estabelecidas pela Instrução Normativa nº 25 (BRASIL, 2009), não podem exceder 5%.

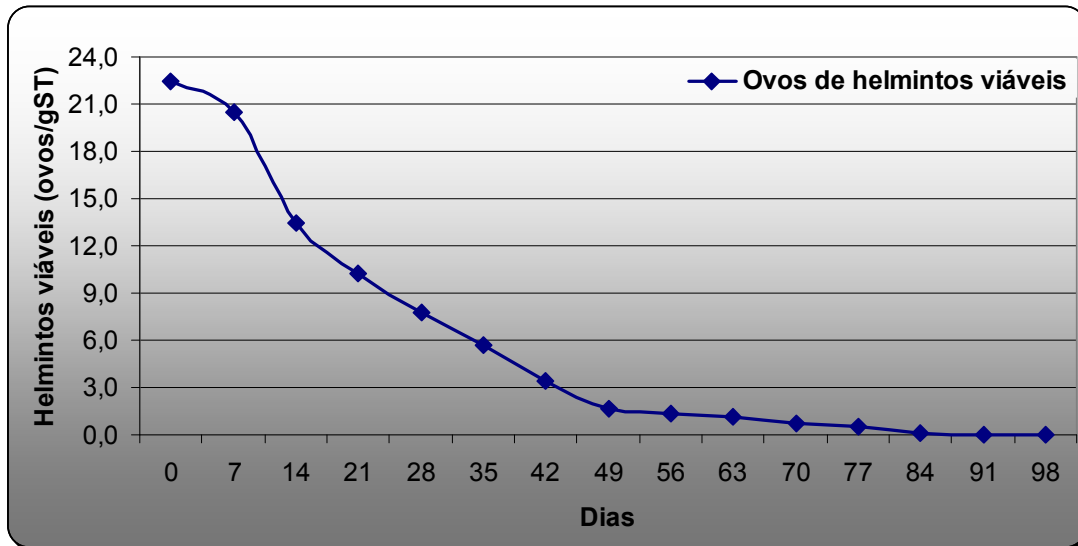
**Tabela 16** - Frações de nitrogênio total Kjeldahl, fósforo e potássio presentes no adubo pó.

Tratamentos	N (%)	P (%)	K (%)	Soma NPK (%)
Pilha 1	2,97	0,38	0,28	3,63
Pilha 2	1,88	0,35	0,27	2,50

### 5.10. Concentração de Ovos de Helmintos nos Compostos Produzidos

De todos os microrganismos patogênicos presentes no substrato, os ovos de helmintos são os mais resistentes aos processos de desinfecção, no entanto a compostagem sendo operada devidamente, fornece calor suficiente que promove a inativação destes organismos. Além da temperatura, fatores como umidade e pH também colaboram para a inativação dos helmintos no substrato. As análises temporais mostram claramente o decaimento no número de ovos viáveis de helmintos por grama de massa seca (Ovos/g.M.S.) que podem ser comparados nas Figuras 32 e 33.

**Figura 32** – Decaimento de ovos de helmintos na pilha 1.



**Figura 33** – Decaimento de ovos de helmintos na pilha 2

Observa-se na Figura 33 que a qualidade sanitária da mistura de lodo de tanque séptico conjuntamente com esterco bovino com relação à concentração de ovos viáveis de helmintos foi de 22,4 ovos/gST, enquanto a mistura no início da compostagem de lodo com resíduos vegetais (Figura 32) apresentou a concentração inicial de 11,5 ovos/gST, reafirmando a necessidade de tratamento antes da destinação final desses resíduos.

Silva et. al., (2009) desenvolveu estudos de distribuição sazonal de helmintoses gastrintestinais em vacas mestiças criadas em sistema de produção orgânico, observando que o número médio de ovos por grama de fezes frescas oscilou de 82,6 em fevereiro/2007 a 740 em outubro/2008 com intensidade de infecção variando de leve a moderada. Os animais permaneceram infectados durante todo o período do estudo, porém a carga parasitária encontrada não foi capaz de provocar doenças.

As altas concentrações de helmintos em esterco bovino são triviais, em comparação as observadas no estágio inicial da pilha 1, a qual não utilizou esterco bovino em sua composição. Isto justifica a diferença nas concentrações iniciais de helmintos nas duas pilhas.

Com relação às espécies de ovos de helmintos identificadas, houve diferenciação entre as pilhas 1 e 2 onde, no substrato da pilha 1, prevaleceram ovos de *Ancylostoma sp* (40,54%), seguidos de *Enterobius vermiculares* (34,69%)

e *Áscaris lumbricóides* (24,77%). No substrato da pilha 2, foram identificados ovos de *Ancylostoma sp* (37,29%), seguidos de *Taenia saginata* (26,98%), *Áscaris lumbricóides* (20,59%) e *Enterobius vermiculares* (15,13%). Os bovinos são hospedeiros intermediários da *Taenia saginata* e sua presença na pilha 2 é justificada pelo uso de esterco bovino na composição do substrato.

### 5.11. Resultados do Teste de Germinação com Composto Obtido nas Pilhas 1 e 2

Um composto ainda instável que apresente poluentes tóxicos pode inibir a germinação e o desenvolvimento vegetal (KIEHL, 1998). A Tabela 18 expõe os resultados referentes ao teste de germinação aplicado aos compostos produzidos nas duas pilhas.

**Tabela 17** - Resultados referentes ao teste de germinação aplicado ao composto produzido.

TRATAMENTO	ÍNDICE DE GERMINAÇÃO (%)
P <sub>1</sub> A <sub>1</sub>	60
P <sub>1</sub> A <sub>2</sub>	35
P <sub>1</sub> A <sub>3</sub>	5
P <sub>1</sub> A <sub>4</sub>	5
<b>Máximo</b>	60
<b>Mínimo</b>	5
<b>Média</b>	26
<b>Desv. Pad.</b>	27
P <sub>2</sub> A <sub>1</sub>	35
P <sub>2</sub> A <sub>2</sub>	20
P <sub>2</sub> A <sub>3</sub>	55
P <sub>2</sub> A <sub>4</sub>	50
<b>Máximo</b>	55
<b>Mínimo</b>	20
<b>Média</b>	40
<b>Desv. Pad.</b>	16
P <sub>3</sub> A <sub>1</sub>	35
P <sub>3</sub> A <sub>2</sub>	50
P <sub>3</sub> A <sub>3</sub>	60
P <sub>3</sub> A <sub>4</sub>	95
<b>Máximo</b>	95
<b>Mínimo</b>	35
<b>Média</b>	60
<b>Desv. Pad.</b>	25

Legenda: A<sub>1</sub> = 10% (40g de composto e 360g de solo); A<sub>2</sub> = 25% (100g de composto e 300g de solo); A<sub>3</sub> = 50% (200g de composto e 200g de solo); A<sub>4</sub> = 75% (300g de composto e 100g de solo); R = Repetições. P<sub>1</sub> = Composto Pilha 1; P<sub>2</sub> = Composto Pilha 2; P<sub>3</sub> = Composto Comercial.

A partir dos cálculos de índice de germinação, foram realizadas análises estatísticas a fim de determinar diferenças na germinação entre os tratamentos e repetições. Os dados também estão representados por meio da Figura 34.

### 5.11.1. Análise Estatística do Índice de Germinação

As repetições de um mesmo tratamento não diferiram estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. As médias das repetições estão expostas na Tabela 19. Médias seguidas da mesma letra maiúscula nas linhas e minúsculas nas colunas não diferem entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. A análise dos dados revela que não houve efeitos fitotóxicos no uso dos compostos da pilha 1 ( $P_1$ ) e pilha 2 ( $P_2$ ), assim como o composto comercial ( $P_3$ ), fato confirmado pela ausência de diferenças significativas entre os compostos investigados, inclusive a prova em branco ( $P_0$ ).

**Tabela 18** - Médias das Parcelas dos Índices de Germinação (%)

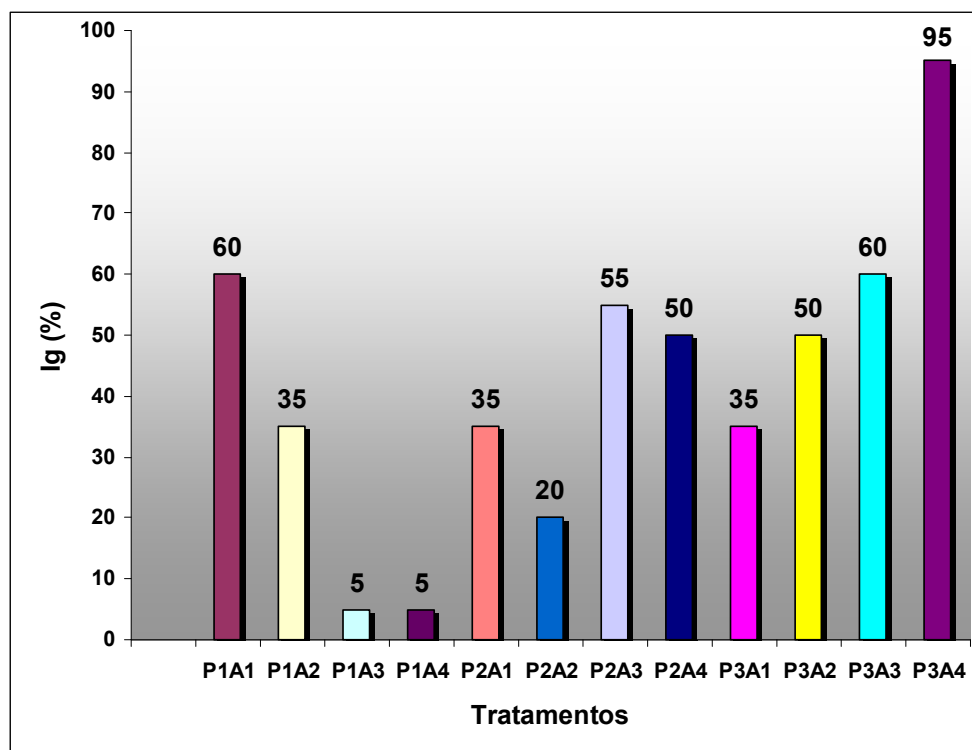
	A <sub>1</sub> (%)	A <sub>2</sub> (%)	A <sub>3</sub> (%)	A <sub>4</sub> (%)
*P <sub>0</sub> →	35 a AB	35 a AB	35 a AB	35 ab AB
P <sub>1</sub> →	60 a B	35 a B	5 a B	5 b B
P <sub>2</sub> →	35 a AB	20 a AB	55 a AB	50 ab AB
P <sub>3</sub> →	35 a A	50 a A	60 a A	95 a A

Legenda: P<sub>0</sub> = 100% de Solo; A<sub>1</sub> = 10% (40g de composto e 360g de solo); A<sub>2</sub> = 25% (100g de composto e 300g de solo); A<sub>3</sub> = 50% (200g de composto e 200g de solo); A<sub>4</sub> = 75% (300g de composto e 100g de solo); R = Repetições. P<sub>1</sub> = Composto Pilha 1; P<sub>2</sub> = Composto Pilha 2; P<sub>3</sub> = Composto Comercial.

O Tratamento 4 (A<sub>4</sub>), que fez uso de 75% de composto, apresentou diferenças entre os compostos P<sub>1</sub> e P<sub>3</sub>. O tratamento P<sub>3</sub>A<sub>4</sub> apresentou germinação superior (95%) ao tratamento P<sub>1</sub>A<sub>4</sub> (5%), sendo estatisticamente significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. A diferença está associada à quantidade de composto utilizada, onde se observa um aumento da germinação com o aumento de percentual do composto P<sub>3</sub>. No composto P<sub>1</sub>, o comportamento é inverso, ou seja, quanto maior o percentual do composto, menor o índice de germinação. O composto P<sub>2</sub> não apresentou diferenças significativas entre seus tratamentos, porém, pode-se observar uma

discreta diferença no índice de germinação do tratamento  $P_2A_3$  (55%), que foi maior que os demais tratamentos do composto  $P_2$ , porém, esta diferença não foi significativa ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Os resultados referentes ao teste de germinação aplicado ao composto produzido, expostos na Tabela 16, serão representados por meio da Figura 34 para uma melhor visualização e análise comparativa dos dados.



Legenda:  $A_1$  = 10% (40g de composto e 360g de solo);  $A_2$  = 25% (100g de composto e 300g de solo);  $A_3$  = 50% (200g de composto e 200g de solo);  $A_4$  = 75% (300g de composto e 100g de solo);  $P_1$  = Composto Pilha 1;  $P_2$  = Composto Pilha 2;  $P_3$  = Composto Comercial.

**Figura 34** - Resultados referentes ao teste de germinação aplicado ao composto produzido.

Ao analisar de forma comparativa os diferentes compostos (Figura 34) constata-se que os resultados originados do tratamento  $P_3A_4$  (que utilizou 75% de composto  $P_3$ ) demonstraram o maior índice de germinação. Tratamentos que envolvem composto da Pilha 1 sofreram diminuição do índice de germinação conforme aumentou-se a quantidade de composto. Entre os tratamentos do composto  $P_2$ , o menor índice de germinação ocorreu no tratamento que utilizou 25% de composto ( $P_2A_2$ ).

## 6. CONCLUSÕES

O desenvolvimento e análise da tecnologia de co-compostagem com a participação efetiva dos diferentes atores sociais em todas as etapas por meio dos princípios norteadores de Educação Ambiental mostrou-se estratégia fundamental ao processo de sensibilização e repasse de conhecimento da tecnologia para tratamento de lodos de esgotos, resíduos sólidos orgânicos domiciliares e esterco bovino.

O diagnóstico pôde levantar com precisão questões sociais e ambientais que foram imprescindíveis à realização do projeto, porém, questões econômicas ainda são omitidas por receio da população. As afirmações e respostas em perguntas referentes ao rendimento salarial não condiziam à realidade observada. Recomenda-se que, em outras pesquisas, perguntas relacionadas a esse tema sejam reformuladas.

As estratégias aplicadas motivaram mudanças de percepção, suscitou o debate para a implantação no Distrito de Malhada da Roça do gerenciamento de resíduos sólidos domiciliares e de lodo de tanque séptico.

A produção *per capita* de resíduos sólidos no distrito de Malhada da Roça é de 0,45kg/hab.dia, com 45% de sólidos orgânicos, sendo 24,3% destinados ao lixão. Este percentual representa cerca de 65,6kg de resíduos sólidos orgânicos gerados diariamente que podem ser utilizados em processos de co-compostagem.

Os lodos de tanques sépticos analisados do distrito de Malhada da Roça apresentam viabilidade de utilização em processos de co-compostagem, compondo frações aproximadas de 8% e 35% em co-compostagem conjugada a resíduos sólidos orgânicos e esterco bovino, respectivamente.

Os lodos de tanque sépticos caracterizados no distrito de Malhada da Roça apresentaram teor de ST variando de 10,9 a 63,7% com um percentual de STV entre 8,5 e 52,6%. O teor de nitrogênio total Kjeldahl foi de 1,3%ST o que forneceu uma relação C/N média de 14,9;

O processo de co-compostagem mostrou-se eficiente na remoção de ovos de helmintos do substrato, visto que no início do processo a concentração média de ovos viáveis na pilha 1 e 2 eram, respectivamente, de 11,5 ovos/gST e 22,4



ovos/gST e ao término do monitoramento não foi detectada a presença de ovos viáveis em nenhum dos tratamentos;

Durante o processo de co-compostagem do lodo juntamente com esterco bovino detectou-se duas fases distintas: termófila, durante os 50 dias iniciais de co-compostagem, com temperatura abaixo dos 65°C e acima dos 50°C, e mesófila, nos dias subseqüentes tendo condições suficientes para eliminar organismos patogênicos, produzindo biossólido classe B (BRASIL, 2006). A qualidade do composto final atendeu aos requisitos da norma nº. 25 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2009), caracterizando-o como fertilizante orgânico para uso agrícola;

A regulação da umidade das pilhas consumiu durante o processo de co-compostagem, respectivamente, 240 litros de água na pilha 1 e 255 litros de água na pilha 2 sendo, portanto, uma prática incompatível com regiões que sofrem escassez de água. Recomenda-se que, em outras pesquisas, sejam exploradas alternativas que possibilitem a diminuição do consumo de água no processo de co-compostagem.

Compostar lodo de tanque séptico conjuntamente com resíduos vegetais como por exemplo resto de legumes, cascas de frutas, alimentos e verduras com teor de umidade em torno de 66%, leva a compreensão de que a cada 100kg da mistura serão produzidos de 11 a 15Kg de biossólidos com 35% de umidade, enquanto a co-compostagem de lodo com esterco bovino com 62% de umidade produz de 50 a 72% de composto, desse percentual a grande maioria (82%) na forma de pó, com espessura de 2mm conforme Instrução Normativa nº. 25 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2009).

O esterco bovino utilizado no experimento continha cerca de 17,5 ovos/gST de helmintos, enquanto o lodo de tanque séptico continha 19,8 ovos/gST de helmintos. A negligência no manuseio do esterco representa riscos à saúde pública semelhantes ao manuseio inadequado do lodo, levando em consideração que ambos contém carga de ovos de helmintos similares.

O preconceito em relação ao uso dos biossólidos produzidos a partir do processo de co-compostagem de lodo de tanque séptico foi superado graças aos conhecimentos compartilhados e aos trabalhos realizados junto à comunidade

estudada, viabilizando a destinação adequada dos resíduos e conseqüentemente alcançando proteção ambiental.

## 7. REFERÊNCIAS

1. ABNT. **Projeto, construção e operação de tanques sépticos**. NBR:7229. ABNT: Rio de Janeiro, 1993, 15p.
2. ABNT. **Tanques sépticos – unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos: Projeto , construção e operação**. NBR:13969. ABNT: Rio de Janeiro, 1997, 60p.
3. ABRELPE. **Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais**. 2006. Disponível em < <http://www.scribd.com/doc/2363213/Panorama-dos-Residuos-Solidos-no-Brasil-2006-ABRELPE-2007> > Acessado em: 08 de abril de 2009
4. ACHON, Cali Laguna; BARROSO, Marcelo Melo; CORDEIRO, João sérgio Leito de drenagem: sistema natural para redução de volume de lodo de estação de tratamento de água. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro: ABES, 2008. v.13. n. 1. p - 54-62, jan/mar
5. AISSE, Miguel Mansur; VAN HAANDEL, Adrianus C.; VON SPERLING, Marcos; CAMPOS, José Roberto; CORAUCCI FILHO, Bruno; ALÉM SOBRINHO, Pedro. **Tratamento e destino final do lodo gerado em reatores anaeróbio**. In CAMPOS, José Roberto (Org). Tratamento de esgotos sanitários por processo anaeróbio e disposição controlada no solo. Rio de Janeiro: ABES, 1999, 435 p.
6. ALBUQUERQUE, Alrilêida Lopes de Lacerda. **Compostagem e Vermicompostagem de Resíduos Sólidos Orgânicos Enriquecido com Fosfato de Rocha para Uso Agrícola**. [Mestrado] Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente – PRODEMA, 2003.
7. ANDREOLI, Cleverson V.; PINTO, Marcelo A. Teixeira. **Resíduos Sólidos do Saneamento: Processamento, Reciclagem e Disposição Final**. Curitiba: 2001.
8. ANDREOLI, C. V.; PEGORINI, E.S. **POSTURA DAS EMPRESAS EM RELAÇÃO A GESTÃO DO LODO DE ESGOTO**. In: Anais do SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO SOBRE BÍOSSÓLIDOS, 2003, São Paulo. Rio de Janeiro: ABES, 2003.
9. BRASIL. Associação Brasileira de Normas e Técnicas. **NBR-10004**. Brasília/DF, 2004
10. BRASIL. Conselho Nacional de Meio Ambiente - **CONAMA**. Resolução Nº. 375, de 29 de Agosto de 2006. Publicada no D.O.U de 30 de agosto de 2006, Seção 1, página 141 a 146.

11. BRASIL. Conselho Nacional de Meio Ambiente - **CONAMA**. Resolução Nº. 380, de 31 de outubro de 2006. Publicada no D.O.U. No. 213, 7 de Novembro de 2006, seção 1, pág.59.
12. **BRASIL**. Fundação Nacional de Saúde - **FUNASA**. Manual de saneamento. 3. ed. Brasília: Fundação Nacional da Saúde, 2006.
13. BRASIL. Gestão Integrada de Resíduos Sólidos; **Manual de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos**. Brasília: Secretaria Especial de Desenvolvimento Urbano da Presidência da República, 2001.
14. BRASIL. **Lei nº 14.445, de 05 de Janeiro de 2007**. Diretrizes nacionais para o saneamento básico e para a política federal de saneamento básico. Publicada no D.O.U. de 08/01/2007 e retificado no DOU de 11/01/2007.
15. BRASIL, **Lei nº 12.305, de 02 de Agosto de 2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Publicado no D.O.U. de 03/08/2010.
16. BRASIL. **Instrução Normativa Nº 23 de 31 de agosto de 2005**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Brasília-DF: Diário Oficial da União, Seção 1, 8 de setembro de 2005.
17. BRASIL. **Instrução Normativa Nº 25 de 23 de julho de 2009**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Brasília-DF: Diário Oficial da União, Seção 1, 28 de julho de 2009.
18. BRASIL. **Instrução Normativa Nº 27 de 05 de junho de 2006**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Brasília-DF: Diário Oficial da União, Seção 1, 9 de junho de 2006.
19. BRASIL. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – **IBGE**. Censo 2000. Brasília/DF, 2000.
20. BRASIL. Ministério das Cidades. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – **IBGE**. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico – PNSB**. Brasília/DF, 2008.
21. CAVINATTO, A.S.; PAGANINI, W. S. **Os Organismos nas Atividades de Disposição de Esgotos no Solo – Estudo de Caso**. Revista Engenharia Sanitária e Ambiental, Vol. 12, nº 1, janeiro/março de 2007, p.42-51.
22. CHERNICHARO, C. A. L. **Anaerobic Reactors**. v. 4. IWA Publishing: London, 2007.
23. CHERNICHARO, Carlos Augusto de Lemos; BORGES, Eduardo Sales Machado; PAULA, Fernando Silva de; LOBATO, Lívia Cristina da Silva; GODINHO, Valéria Martins. **HIGIENIZAÇÃO TÉRMICA DO LODO**

**ANAERÓBIO DE DESCARTE: UMA POSSIBILIDADE DE APLICAÇÃO AUTOSUSTENTÁVEL DO BIOGÁS GERADO EM REATORES UASB.** In: Anais do SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO SOBRE BIODISSÓLIDOS, 2003, São Paulo. Rio de Janeiro: ABES, 2003.

24. CPRM - Serviço Geológico do Brasil - **Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea. Diagnóstico do município de São João do Cariri, estado da Paraíba** / Organizado [por] João de Castro Mascarenhas, Breno Augusto Beltrão, Luiz Carlos de Souza Junior, Franklin de Moraes, Vanildo Almeida Mendes, Jorge Luiz Fortunato de Miranda. Recife: CPRM/PRODEEM, 2005.
25. GOMES, L. P., MARTINS, F. B. **Projeto, implantação e operação de aterros sustentáveis de resíduos sólidos urbanos para municípios de pequeno porte.** IN: Resíduos sólidos urbanos: aterro sustentável para municípios de pequeno porte / Armando Borges de Castilhos Junior (coordenador). Rio de Janeiro: ABES, 2003. 294 p. (Projeto PROSAB).
26. HOORNWEG, Daniel; THOMAS, Laura; OTTEN, Lambert. **Composting and its applicability in developing countries: Urban Waste Management.** Washington D.C: The World Bank, 2000. March.
27. KIEHL, Edmar José. **Manual de compostagem: Maturação e qualidade do composto.** Piracicaba: E.J.Kiehl, 1998.
28. KIEHL, E. J. **Manual de compostagem: maturação e qualidade do composto.** Piracicaba: E. J.Kiehl, 2002. 171p.
29. LEITÃO, Vicente de Paulo Miranda; MOTA, Suetônio; SILVA, Júlio César da Costa; LIMA, Cláudio Ricardo de; SILVA, Luis Antonio da. **Análise da Temperatura na produção de composto orgânico de folhas de cajueiro e de mangueira.** In XIII Simpósio Luso-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. 2008, Belém. **Anais...** Belém: ABES, 2008.
30. LEITÃO, Vicente de Paulo Miranda; MOTA, Suetônio; SILVA, Júlio César da Costa; LIMA, Cláudio Ricardo de; SILVA, Luis Antonio da. **A importância da relação carbono/nitrogenio na fase de degradação ativa em composto orgânico de folhas de cajueiro e de mangueira.** In XIII Simpósio Luso-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. 2008, Belém. **Anais...** Belém: ABES, 2008.
31. LEITE, Valderi Duarte; LOPES, Salomão Anselmo; LOPES, Wilton Silva; SOUSA; José Tavares de; PRASAD, Shiva. **Resíduos sólidos urbanos no estado da Paraíba: aspectos conjunturais.** In I Simpósio Nordeste de Saneamento Ambiental. 2006, João Pessoa. **Anais...** Paraíba: ABES, 2006.
32. LEITE, V. D.; VILAR, W. C. T.; SILVA, S. A.; LOPES, W. S. **Diagnóstico sanitário e ambiental da cidade de Taperoá, PB.** In VIII Simpósio Ítalo-

- Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. **Anais**. Fortaleza-CE: ABES, 17 a 22 de setembro de 2006.
33. LEVY, J. S.; TAYLOR, B.R. **Effects of pulp mill solids and three composts on early growth of tomatoes**. Bioresource Technology. v. 89, n.3, p. 297-305, 2003
  34. MANCINI, Sandro Donnini; NOGUEIRA, Alex Rodrigues; KAGOHARA, Dennis Akira; SCHWARTZMAN, Jonas Age Saide; MATTOS, Tânia de. **Análises termogravimétricas de composto orgânico produzido com restos de comida e lixo de jardim**. In 24º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. 2007, Belo Horizonte. **Anais...** Minas Gerais: ABES, 2007.
  35. MEDEIROS, A. C.; ALVENTINO, A. R. A.; GUIMARÃES, Flávio Romero; BARBOSA, J. R. C.; SILVA, Monica Maria Pereira da. **Análise dos impactos positivos e negativos da gestão integrada de resíduos sólidos no âmbito escolar**. In VIII Simpósio Ítalo-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. 2006, Fortaleza. **Anais...** Ceará: ABES, 2006.
  36. METCALF E EDDY. **Wastewater engineer treatment disposal, reuse**. 4. ed. New York: McGRaw- Hill Book, 2003, 1729p.
  37. MEYER, K. B.; MULLER K. D.; KANESHIRO, E. S. Recovery of Ascaris eggs from sludge. Journal of Parasitology, 64, 380-383, 1978. In: SANEPAR – Companhia de Saneamento do Paraná. **Manual de métodos para análises microbiológicas e parasitológicas em reciclagem agrícola de lodo de esgoto**/Cleverson Vitório Andreoli (Coord), Bárbara Rocha Pinto Bonnet (Coord). 2 ed. Ver. E ampl. – Curitiba: Sanepar, 2000 (APHA, 1998).
  38. MINC, C. Ecologia e Cidadania. São Paulo/SP: Moderna, 1998.
  39. MONTEIRO, V.E.D.; MELO, M.C.; ALCÂNTARA, P.B.; ARAÚJO, J.M.; ALVES, I.R.F.S.; JUCÁ, J.F.T. **Estudo do Comportamento de rsu em uma Célula Experimental e Suas Correlações com Aspectos Microbiológicos, Físicos e Químicos**. In: Revista Engenharia Sanitária e Ambiental, vol.11, nº 3, jul/set 2006.
  40. MOTA, A. V. M. Do lixo à cidadania. **Revista Democracia Viva**. v.3. n. 27 Jun-jul, p. 3-8, 2005.
  41. OGUNWANDE, G.A; OSUNADE, J.A; ADEKALU, K.O; OGUNJIMI, L.A.O. **Nitrogen loss in chicken litter composto as affected by carbon to nitrogen ratio and turning frequency**. Bioresource Technology. 2008. v. 99, p. 7495 -7503, Nov.
  42. PEREIRA NETO, João Tinoco. **Manual de compostagem: processo de baixo custo**. Belo Horizonte: UNICEF, 1996.

43. PEREIRA, J. A. R., PIMENTEL, A. C., SANTOS, A., NAKAZATO, C. D., MUNIZ, S.T.G. **Gestão do lodo de tanque / tanque séptico**. IN: Lodo de tanque e tanque séptico: caracterização, tecnologias de tratamento, gerenciamento e destino final / Cleverson Vitório Andreoli (coordenador). Rio de Janeiro: ABES, 2009.
44. RIBEIRO, H, BESEN, G. R. **Panorama da coleta seletiva no Brasil: desafios e perspectivas e partir de três estudos de caso**. Revista InterfaceHS. v. 2, p. 1-6, 2007.
45. SILVA, Jenevaldo Barbosa da. RANGEL, Charles Passos. SOARES, João Paulo Guimarães. FONSECA, Adivaldo Henrique da. **Distribuição Sazonal das Helmintoses Gastrointestinais em Vacas Mestiças (Holandês X Zebu) Criadas em Sistema de Produção Orgânico**. Revista Brasileira de Agroecologia, Vol. 4 No. 2, novembro de 2009. p.1151-1154.
46. SILVA, M. M. P.; LEITE, V. D. **Estratégias para realização de Educação Ambiental em escolas do ensino fundamental**. Revista eletrônica do mestrado em Educação Ambiental, Rio Grande do Sul, v.20, Jan/ Jun 2008.
47. SILVA, Monica Maria Pereira. Experiência da realização de educação ambiental como instrumento de gestão ambiental em uma escola pública do município de Campina Grande/PB. **In Anais do II Congresso Mundial de Educação Ambiental**. FioCruz. Rio de Janeiro, 2004
48. SILVA, Monica Maria Pereira. **Tratamento de lodos de tanques sépticos por co-compostagem para os municípios do semi-árido paraibano: alternativa para mitigação de impactos ambientais**. 2008. Tese (Doutorado em Recursos Naturais). Campina Grande-PB: UFPB, 2008
49. SIMONETTO, E. O.; BORENSTEIN, D. **Gestão operacional da coleta seletiva de resíduos sólidos urbanos; abordagem utilizando um sistema de apoio à decisão**. Revista Gestão & Produção. V. 13, n. São Carlos-SP, p. 449-461, september/dec, 2006.
50. THIOLENT, Michael. **Construção do conhecimento e metodologia da extensão**. IN: I CBEU – Congresso Brasileiro de Extensão Universitária. João Pessoa-PB: 2002. 11p.
51. TUNDISI, José Galizia. **Água no Século XXI: enfrentando a escassez**. São Carlos: RIMA, 2003.
52. USEPA, United State Environmental Protection Agency. **40 CFR-Part 503; Use or disposal of sewage sludge; biosolids**. Washington-US: Environmental Protection Agency, february 19, 1993.

53. **UNEP-IETC. Planejamento e Gerenciamento de Lagos e Reservatórios: Uma Abordagem Integrada ao Problema da Eutrofização.** Tradução Dino Vannucci. São Carlos: RIMA, 2001.
  
54. **VAN HAANDEL, A.C. & LETTINGA, G. Tratamento Anaeróbio de Esgotos - Um manual para regiões de clima quente.** Epigraf, Campina Grande/PB, 1994.



# APÊNDICE

## APÊNDICE A – TERMO APLICADO AOS MORADORES QUE ACEITARAM PARTICIPAR DO PROJETO

### Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Você está sendo convidado a participar da pesquisa “Tecnologia de tratamento de lodo de tanque séptico unifamiliar conjuntamente com resíduos sólidos orgânicos para municípios de pequeno porte do semi-árido paraibano”. A sua participação não é obrigatória e a qualquer momento você pode retirar seu consentimento.

O objetivo desse projeto é conhecer as condições atuais de manutenção das fossas sépticas para desenvolver e aplicar tecnologia de baixo custo e fácil operacionalização para tratamento e disposição final de lodo proveniente de tratamento de esgotos por tanque séptico unifamiliar para municípios de pequeno porte, localizados no semi-árido paraibano, visando mitigar e/ou prevenir os impactos negativos sob o meio ambiente e a saúde humana e produzir biofertilizante de boa qualidade sanitária.

A sua participação nesse projeto consistirá em responder um questionário que tem por objetivo conhecer as condições sócio-ambientais da comunidade que você está inserido. As informações obtidas por meio dessa pesquisa serão confidenciais e asseguramos o sigilo sobre sua participação. Os dados não serão divulgados de forma a possibilitar a sua identificação.

Os benefícios relacionados com a sua participação são no sentido de contribuir para o desenvolvimento e aplicação em escala piloto de tecnologia de baixo custo e fácil operacionalização para tratamento e disposição final de lodo proveniente de tratamento de esgotos por tanque séptico unifamiliar para municípios de pequeno porte, localizados no semi-árido paraibano.

Você receberá uma cópia deste termo onde consta o telefone e endereço do pesquisador responsável pelo projeto, podendo tirar suas dúvidas sobre a sua participação ou sobre o projeto, agora ou a qualquer momento.

---

José Tavares de Sousa  
[jtdes@uol.com.br](mailto:jtdes@uol.com.br)

Universidade Estadual da Paraíba  
Tel (83) 3315-3352

Declaro que entendi os riscos e benefícios de minha participação na pesquisa e concordo em participar.

---

**APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO APLICADO AOS MORADORES, EM VISITAS AS RESIDÊNCIAS.**

<b>QUESTIONÁRIO APLICADO EM SÃO JOÃO DO CARIRI/PB</b>	
Número do Questionário: _____	Entrevistador (a): _____
Nome do Entrevistado: _____	
Sexo: a. ( ) Feminino b. ( ) Masculino	
<b>1.0 Informações sobre a família</b>	
1.1. Nome do representante da família: _____	
1.2. Número de pessoas que reside no domicílio: Total: _____ Adultos: _____ Crianças: _____	
1.3. Endereço: _____ Nº. _____ Comunidade ( ) Bairro ( ) Distrito ( ) Local: _____ Coordenadas Geográficas: Latitude: _____ Longitude: _____	
1.4. Tempo que reside no local: a. ( ) Até 1 ano b. ( ) De 1 a 4 anos c. ( ) 5 ou mais anos	
1.5. Local que residiam anteriormente: _____	
1.6. Nível de escolaridade das pessoas que residem no domicílio: a. ( ) Não freqüentou a escola e. ( ) Ensino Médio Completo b. ( ) Ensino Fundamental Incompleto f. ( ) Ensino Superior Incompleto c. ( ) Ensino Fundamental Completo g. ( ) Ensino Superior Completo d. ( ) Ensino Médio Incompleto	
1.7. Renda familiar: a. ( ) Menos de 1 Salário Mínimo d. ( ) De 3 a 4 Salários Mínimos b. ( ) 1 salário mínimo e. ( ) Mais de 4 Salários Mínimos c. ( ) De 1 a 2 Salários Mínimos	
<b>2.0. Condições de Infra-estrutura da moradia</b>	
2.1. Forma de abastecimento de água da residência: a. ( ) Cisterna b. ( ) Carro pipa c. ( ) Abastecimento urbano d. ( ) Poço e. ( ) Outros	
2.2. A residência possui água encanada: a. ( ) Sim b. ( ) Não c. ( ) Às vezes	
2.3. Número de banheiros: a. ( ) Nenhum b. ( ) Um c. ( ) Dois d. ( ) Três e. ( ) Acima de três	
2.3.1. Localização (para as famílias que possuem banheiro): a. ( ) Interno b. ( ) Externo	

- 2.4. Rede coletora de Esgotos: a. ( ) Não possui b. ( ) Possui c. ( ) Desativada
- 2.5. Destino dado aos esgotos:
- a. ( ) Quintal c. ( ) Tanque séptico e. ( ) Outros  
b. ( ) Fossa seca d. ( ) Corpo d'água \_\_\_\_\_
- 2.6. A fossa séptica é de uso: a. ( ) Unifamiliar b. ( ) Coletivo
- 2.7. Localização da fossa séptica (para as famílias que tiverem): \_\_\_\_\_
- 2.8. Dimensão da fossa séptica (para as residências que possuem): \_\_\_\_\_
- 2.9. Número de câmara: a. ( ) Um b. ( ) Duas c. ( ) Três d. ( ) Mais de três
- 2.10. Dados do tanque séptico:
- a. Idade do tanque: \_\_\_\_\_ c. Ano de operação: \_\_\_\_\_  
b. Ano de construção: \_\_\_\_\_ d. pós-tratamento \_\_\_\_\_
- 2.11. Manutenção da fossa unifamiliar (para as famílias que têm):
- a. ( ) Não faz manutenção c. ( ) Às vezes  
b. ( ) Faz manutenção d. ( ) Quando estoura
- 2.12. Periodicidade da manutenção (Para as famílias que fazem manutenção):
- a. ( ) Semestralmente c. ( ) Bienalmente  
b. ( ) Anualmente d. ( ) Não tem periodicidade
- 2.13. Destino dado ao lodo produzido na fossa séptica:
- a. ( ) Terreno baldio b. ( ) Reaproveitado como adubo c. ( ) Não sabe d. ( ) Outro
- 2.14. Fossa séptica coletiva na comunidade: a. ( ) Não possui b. ( ) Possui

### 3.0. Manejo dos Resíduos Sólidos

- 3.1. Forma de acondicionamento no interior do domicílio:
- a. ( ) Separa às vezes c. ( ) Nunca separa  
b. ( ) Separa sempre d. ( ) Joga diretamente no meio ambiente
- 3.2. Recipiente utilizado para acondicionamento no interior do domicílio:
- a. ( ) Sacolas plásticas b. ( ) lixeira c. ( ) Latas d. ( ) outros
- 3.3. Forma de acondicionamento fora da moradia:
- a. ( ) Sacolas plásticas c. ( ) Lixeira coletiva e. ( ) Depósito da Prefeitura  
b. ( ) Lixeira individual d. ( ) Latas f. ( ) Diretamente no meio ambiente
- 3.4. Coleta regular dos resíduos sólidos na comunidade: a. ( ) Sim b. ( ) Não
- 3.5. Forma de coleta:
- a. ( ) Carro coletor c. ( ) Trator e. ( ) Não há coleta  
b. ( ) carroça de burro d. ( ) Outras

**3.6. Frequência de coleta de resíduos na comunidade:**

- a.  Todos os dias      d.  Três por semana      g.  Sem frequência  
 b.  Uma vez por semana      e.  Duas vezes no mês  
 c.  Duas vezes por semana      f.  Uma vez no mês

**3.7. Destino dado aos resíduos quando são separados**

- a. Papel: \_\_\_\_\_ d. Folhas: \_\_\_\_\_ g. Outros resíduos orgânicos: \_\_\_\_\_  
 b. Metal: \_\_\_\_\_ e. Restos de comida: \_\_\_\_\_ h. Vidro: \_\_\_\_\_  
 c. Plástico: \_\_\_\_\_ f. Papel de banheiro: \_\_\_\_\_ i. Não recicláveis: \_\_\_\_\_

**3.8. Os resíduos orgânicos são reaproveitados: a.  Sim b.  Não c.  Às vezes:**

**3.9. Destino dado aos resíduos que são coletados na comunidade:**

- a.  Não sabe      c.  Aterro sanitário      e.  terreno baldio  
 b.  lixão      d.  Usina de compostagem      f.  Outros

**3.10. Destino dado às folhas:**

- a.  Aproveita para adubo.      d.  Queima.  
 b.  Não aproveita.      e.  Coloca no meio ambiente próximo à residência.  
 c.  Às vezes aproveita.      f.  Coloca junto com os demais resíduos.

**4.0. Horta familiar**

**4.1 Horta familiar:**

- a.  Não possui b.  Possui c.  Às vezes de acordo com a época do ano

**4.2 Pretensão de possuir (para as famílias que não tem horta em casa):**

- a.  Não b.  Sim c.  Não sei

**4.3 Justificativa da não existência de horta:**

- a.  Falta de espaço      c.  Disponibilidade de tempo      e.  Outros  
 b.  Falta de água      d.  Criação de animais

**4.4. Reutiliza água na irrigação: a.  Não b.  Sim c.  Não sei**

**5.0. Percepção em relação ao uso de produtos originados de esgotos**

**5.1. Uso de adubo produzido a partir de resíduos orgânicos:**

- a. Não usaria b.  Usaria c.  Talvez d.  Jamais e.  Não sei responder

**5.2. Utilização de adubo produzido a partir de lodo de fossa séptica**

- a. Não usaria b.  Usaria c.  Talvez d.  Jamais e.  Não sei responder



## APÊNDICE C – CONVITE E PROGRAMAÇÃO DO SEMINÁRIO I

<p><b>Tecnologia para Tratamento de Lodo Proveniente de Tratamento de Esgoto por Tanque Séptico Unifamiliar em Codificação com Resíduos Sólidos Orgânicos para Municípios de Pequeno Porte do Semi-árido paraibano.</b></p> <p><b>Equipe Técnica:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Coordenador: Prof. José Tavares de Sousa (DOI/CCT/UEPB)</li> </ul> <p><b>Docentes Participantes:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Prof. Valdeir Duarte Leão (DOI/CCT/UEPB);</li> <li>• Prof. Wilson Silva Lopes (DOI/CCT/UEPB);</li> <li>• Prof.ª Beatriz Susana Oruski de Ceballos (DB/CCBS/UEPB);</li> <li>• Prof.ª Monica Maria Pereira da Silva (DB/CCBS/UEPB)</li> </ul> <p><b>Discentes Participantes:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Angela Carolina de Medeiros (Mestranda em Tecnologia Ambiental / UEPB);</li> <li>• Wanderison Barbosa da Silva Feitosa (Mestrando em Recursos Naturais / UFCG);</li> <li>• Hindia Renally Cavalcanti (Graduanda em Ciências Biológicas / UEPB);</li> <li>• Samara Carolina A. de Oliveira (Graduanda em Ciências Biológicas / UEPB)</li> </ul>	<p>“Tudo está relacionado entre si. Tudo o que fere a Terra, fere também os filhos da Terra.”</p> <p><b>Carique Seale (1855)</b></p>	<div style="text-align: right;">  <p>Ministério da Saúde FUNASA Fundação Nacional da Saúde</p> </div> <p style="text-align: center;"><b>Convite</b></p> <p>Dando continuidade as atividades que vêm sendo desenvolvidas pela UEPB em Marinha da Foz, distrito de São João do Carril-PB, através do Projeto financiado pela FUNASA “Tecnologia de tratamento de lodo de tanque séptico unifamiliar conjuntamente com resíduos sólidos orgânicos para municípios de pequeno porte do semi-árido paraibano”, convidamos você para participar no próximo dia 15 de junho de 2009 do Seminário: Lodos de tanque séptico unifamiliar e resíduos sólidos domiciliares: transformando problema em solução.</p> <p><b>Local:</b> Associação dos Agricultores de Marinha da Foz - Distrito de São João do Carril</p> <p><b>Data:</b> 15/06/2009</p> <p><b>Horário:</b> 8h30 às 12h00</p>
---	--	---



## SEMINÁRIO I

### Lodos de Tanque Séptico Unifamiliar e Resíduos Sólidos Domiciliares: Transformando Problema em Solução.

Malhada da Roça / São João do Cariri-PB

15 de junho de 2009

(8h30 as 12h00)



### Objetivos

- Apresentar e discutir resultados referentes à caracterização de lodos de tanque séptico unifamiliar e resíduos sólidos domiciliares e a cocompostagem aplicada em escala de laboratório;
- Contribuir para a formação de recursos humanos para o desenvolvimento e monitoramento de tecnologia de tratamento de lodos de tanque séptico unifamiliar;
- Motivar o reaproveitamento dos resíduos sólidos no Distrito de Malhada da Roça, São João do Cariri-PB.
- Divulgar resultado referente a seleção de bolsistas juniores.

### Programação

8h30min – Acolhimento.

8h40min – Abertura.

- Prof. José Tavares de Souza, [Coordenador Geral do Projeto].

9h10min – **Mesa Redonda:** Lodos de Tanque Séptico e Resíduos Domiciliares: Transformando Problema em Solução.

**Palestra 1:** Saneamento e Saúde: Prof.ª Beatriz Cabralos.

**Palestra 2** – Resíduos Sólidos Domiciliares: Problemas e Soluções: Prof. Valdeir Duarte Leite.

**Palestra 3:** Educação Ambiental para o Empoderamento de Tecnologias Sustentáveis – Prof.ª Mônica Maria Pereira da Silva.

10h00min – Debate.

10h10min – Lanche.

10h25min – Apresentação e Discussão dos resultados.

- Caixa e Caracterização dos lodos de tanque séptico unifamiliar e de Resíduos Domiciliares no Distrito de Malhada da Roça - Wanderston Feitosa (AT-CNPq).

10h40min – Experimento de Cocompostagem em escala de laboratório: Ângela Carolina de Medeiros (Bolsista CAPES).

11h10min – Debate.

Incentivadora do debate: Hindria Ranally – IC/ FUNASA.

11h20min: Considerações da Fundação Nacional de Saúde – FUNASA.

12h00min – Encerramento.

**Sem participação não há transformação!**



**APÊNDICE D – FOTOS DO SEMINÁRIO I**

## APÊNDICE E – FOLHETO ENTREGUE DURANTE O SEMINÁRIO I

### COMO TRATAR O LODO DE TANQUE SEPTICO?

Em Alinhada da Roça, vemos instalar um sistema de cocompostagem. A partir dessa tecnologia, o lodo coletado das fossas será misturado com resíduos sólidos orgânicos domiciliares e periodicamente revirado e monitorado. Este cuidado permite a transformação desses resíduos em adubo. O adubo será cuidadosamente avaliado para verificar a viabilidade do seu uso na agricultura.

Serão realizados vários testes, para identificar quais as culturas agrícolas adequadas para receber o adubo produzido.

**IMPORTÂNCIA DA PARTICIPAÇÃO**

O sucesso deste trabalho depende da sua participação.

**COMO PODEMOS CONTRIBUIR?**

- Participando das reuniões, dos cursos e seminários;
- Separando os resíduos sólidos orgânicos dos demais resíduos;
- Encaminhando o lodo coletado da fossa séptica para o sistema de cocompostagem (SCC);
- Fiscalizando a manutenção do sistema de cocompostagem;
- Movendo a reutilização e reciclagem de resíduos de papel, plástico, vidro e metal;
- Multiplicando as boas ideias.

Podemos melhorar a nossa qualidade de vida com as ações que fazem benefícios ao meio ambiente!

**Cuidando do nosso meio ambiente estamos cuidando de nossa saúde!**

**Projeto: Tecnologia para Tratamento de Lodo**  
**Presidente de Tratamento de Efluentes por Tanque Séptico/Lixiviante em Compostação com Resíduos Sólidos Orgânicos para Alinhados de Pesquisa Forno em Serenidade Jandara**

**Cooper Técnica:**

- Coordenador: Prd. José Teixeira de Sousa (0800CTA/UEPB)
- Docentes Participantes:**
  - Prd. Valdeir Duarte Lima (0800CTA/UEPB);
  - Prd. Wilson Silva Lopes (0800CTA/UEPB);
  - Prd. Evaldo Duarte Soares Oniani de Oliveira (0800CS/UEPB);
  - Prd. Maria Maria Pereira da Silva (0800CS/UEPB).
- Orientores Participantes:**
  - Argely Carolina de Medeiros (Mestrando em Tecnologia Ambiental/UEPB);
  - Anderson Barbosa da Silva Fátima (Mestrando em Recursos Naturais/URCCI);
  - Heleno Renato Cavalcanti (Doutorando em Ciências Biológicas/UEPB);
  - Saraiva Carolina A. de Oliveira (Graduada em Ciências Biológicas/UEPB).

**Financiamento:**

FUNASA – Fundação Nacional de Saúde

**Realizadores:**

UEPB – Universidade Estadual da Paraíba;  
 CENP – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico;

**Apoio:**

Associação dos Trabalhadores Rurais de Alinhado da Roça  
 Clube de Mães Esperado Castelo de Lima  
 Escola Municipal Elvina Helena Batista  
 Escola Estadual Severino Melloso Nilton  
 Prefeitura Municipal de São João do Cariri-PB

---

**Manhã da Roça / São João do Cariri PB**

**15 de junho de 2009**



**Lodos de Tanques Sêpticos (Fossas) e Resíduos Sólidos Domiciliares: Transformando Problemas em Solução.**






## ➤ LIXO OU RESÍDUOS SÓLIDOS?

Comumente consideramos que lixo e resíduos sólidos têm o mesmo significado. Há, porém, diferenças que precisamos entender para evitar desperdício de matéria e de energia e a poluição do meio ambiente.

- Lixo são as sobras das nossas atividades para as quais ainda não temos como tratar ou reaproveitar.
- Resíduos sólidos compreendem os resíduos resultantes de nossas atividades diárias que, ao serem selecionados, tratados e destinados corretamente podem ser reutilizados ou reciclados.

## ➤ A QUANTIDADE DE RESÍDUOS QUE PRODUZIMOS É ELEVADA?

Diariamente em Mafalda da Roça, cada morador produz em média 500 gramas de resíduos sólidos. Toda população de Mafalda da Roça gera em média 300 kg de resíduos sólidos por dia, totalizando 9 toneladas por mês.

## ➤ QUE TIPOS DE RESÍDUOS SÓLIDOS PRODUZIMOS?

Grande parte dos resíduos que produzimos corresponde a restos de comida, cascas de frutas, folhas de árvores, dentre outros. Estes recebem o nome de resíduos sólidos orgânicos.

Proteção Mensal de Resíduos em Mafalda da Roça -  
São João do Caratinga (Ligação)

Papel	Plástico	Vidro	Metal	Orgânico	Queros
529	824	80	215	4.071	3.272
TOTAL: 8.941 kg					

Papel, plástico, vidro e metal também fazem parte da composição dos resíduos produzidos em Mafalda da Roça.

## TEMPO DE DECOMPOSIÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS

TIPO DE RESÍDUOS	TEMPO DE DECOMPOSIÇÃO
Papel	3 a 6 meses
Plástico	Entre 10 a 1.000 anos
Fibra de algodão e chulva	Entre 3 a 5 anos
Madeira serrada	13 anos
Alumínio	Entre 20 a 30 anos
Porcelana e vidro	Entre 100 a 1.000 anos
Lixo	Entre 100 a 1.000 anos
Bateria	Tempo indeterminado

## ➤ QUAL É O DESTINO DADO AOS RESÍDUOS QUE GERAMOS?

Nossos Resíduos Sólidos são colocados em sacos plásticos ou baldes. Em seguida, são coletados por um funcionário da prefeitura que os leva numa carroça de bois para o lixão. Lá os resíduos sólidos são simplesmente queimados.

## ➤ ESTE DESTINO É CORRETO?

A queima dos resíduos sólidos inviabiliza a reciclagem e a reciclagem de plásticos, papel, metal, vidro e resíduos orgânicos. E poluente e contribui para o aumento do efeito estufa.

## ➤ POR QUE TRATAR RESÍDUOS SÓLIDOS ORGÂNICOS?

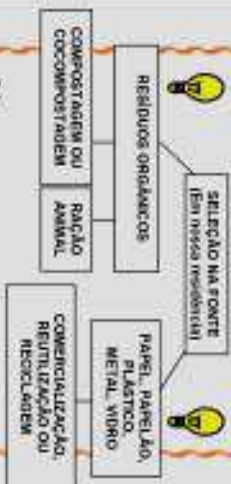
Os resíduos sólidos orgânicos quando não são selecionados e tratados adequadamente contaminam os demais resíduos, impossibilitando a reciclagem e reciclagem, atraem insetos, exalam mau cheiro, produzem enxofre e gases indesejáveis, podendo poluir o ar, a água e o solo.

Os resíduos sólidos orgânicos devem ser tratados para evitar danos ao meio ambiente e à nossa saúde.

## ➤ O QUE DEVERIA SER DEPOSITADO NO LIXÃO?

Somente os resíduos que não podemos reaproveitar.

## SUGESTÃO PARA DESTINO ADEQUADO



## ➤ LODO DE ESGOTO TAMBÉM É UM RESÍDUO SÓLIDO ORGÂNICO?

Produzimos esgotos a partir da utilização da água em nossas atividades domésticas (banhar, lavar, descarga do banheiro, dentre outras).

Em Mafalda da Roça, os esgotos são acumulados em tanque séptico (fossa). Dentro do tanque séptico, a parte sólida do esgoto sedimenta (assenta) e a partir da ação de organismos, é originado o lodo. Portanto, lodo também é um resíduo orgânico.


## ➤ POR QUE DEVEMOS TRATAR TAMBÉM O LODO PRODUZIDO NOS TANQUES SÉPTICOS?

O lodo acumula grande parte dos constituintes do esgoto e esta revela as condições de saúde da população.

O lodo de esgoto pode conter nutrientes, mas contém também organismos causadores de doenças, tais como: vírus, bactérias e ovos de helmintos.

Quando jogamos o lodo que restamos de nossas fossas no meio ambiente, estamos contribuindo para a poluição do meio ambiente e ensejando a saúde da população.

## APÊNDICE F – CONVITE PARA DISCUSSÃO SOBRE AS ATIVIDADES QUE FORAM APLICADAS APÓS O SEMINÁRIO I

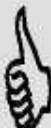


**CONVITE**

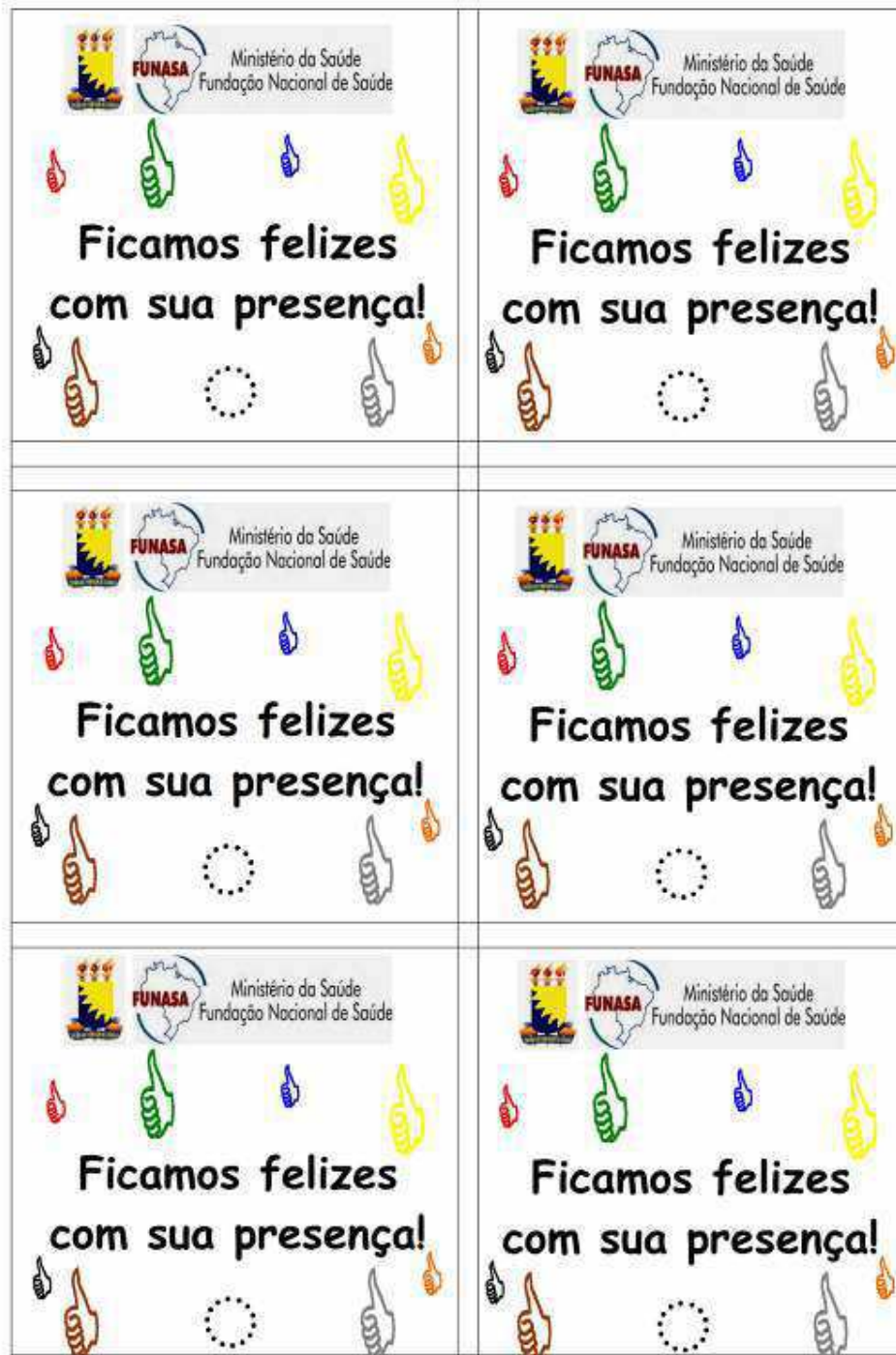
Convidamos você e sua família para participar do Seminário **Gerenciamento de Resíduos Sólidos Domiciliares; uma possibilidade de transformar problema em solução**, no próximo sábado, dia 04 de julho de 2009 as 14 horas.

Na oportunidade vamos discutir propostas para reduzir a quantidade de resíduos (lixo) que é encaminhada ao lixão de Malhada da Roça e verificar as formas de aproveitamento dos resíduos recicláveis.

Contamos com sua participação.



**APÊNDICE G – FOLHETO ENTREGUE DURANTE A DISCUSSÃO SOBRE AS ATIVIDADES QUE FORAM APLICADAS APÓS O SEMINÁRIO I – ÊNFASE AS CORES DA COLETA SELETIVA**



## APÊNDICE H – FOLHETO ENTREGUE DURANTE O SEMINÁRIO II JUNTAMENTE AO CONVITE DO “CINEMA NA RUA”



- ↑ 1 Tonelada de papel = 400 resmas = 20.000 folhas
- ↑ 1 árvore faz 16,87 resmas de papel (8.333 folhas)
- ↑ 1 resma (500 folhas) usa 6% de uma árvore
- ↑ 5 garrafas de plástico recicladas dão origem a um vestido de pedaleiro
- ↑ Cada 100 toneladas de plástico reciclado evitam a extração de uma tonelada de petróleo
- ↑ O vidro é 100% reciclável
- ↑ A energia poupada pela reciclagem de uma garrafa de vidro é suficiente para manter acesa uma lâmpada de 100 watts durante 4 horas



*Cuidando do nosso meio ambiente estamos cuidando de nossa saúde!*

---

*“A mudança é sempre o objetivo do aperfeiçoado. Não dá para crescer sem mudar.*

*Estar aberto a mudanças exige esforço, mas o final é sempre gratificante.\**

Agente:

Associação das Tribunações Nucleares de Malhada da Roça  
 Casa de Alfeu Augusto Corrêa de Jesus  
 Escola Municipal Elvina Maria Galvão  
 Escola Estadual Severino Bezerra Ramos  
 Prefeitura Municipal de São João do Cariri-PB

Filiamento:  
 FUNASA – Fundação Nacional de Saúde

Realização:  
 UENB – Universidade Estadual do Paraíba  
 CNPq – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico



---



**Geração de resíduos sólidos:  
Soluções e alternativas**

### CONVITE

Convidamos você e sua família para participar do **CINEMA NA RUA**, no sábado, dia 17 de Outubro de 2009 às 18 horas, na quadra esportiva da comunidade.

Contamos com sua participação.





**Malhada da Roça / São João do Cariri-PB**  
Outubro de 2009

### Porque separar os resíduos sólidos?

Os resíduos sólidos quando misturados são considerados "LIXO", causando poluição do solo, ar e água, além de contribuir para proliferação de doenças.

A separação dos resíduos sólidos viabiliza a reciclagem, tornando matéria-prima que pode ser vendida pela comunidade e encaminhada à indústrias para fabricação de novos produtos. O material também pode ser reutilizado na própria comunidade para confecção de utensílios e produtos artesanais.

#### COLETA SELETIVA

Coleta seletiva é a separação dos resíduos na fonte geradora de acordo com o tipo. Exemplo: papel, plástico, vidro, metal, matéria orgânica, etc.

#### COMO SEPARAR OS RESÍDUOS SÓLIDOS?

Existe uma classificação por cores, onde cada resíduo é separado conforme a cor dos coletores.



#### TEMPO DE DECOMPOSIÇÃO

TIPO DE RESÍDUOS	TEMPO DE DECOMPOSIÇÃO
Papel	2 a 6 meses
Plástico	5 meses a 1 ano
Tronco de garrafa e garrafa	3 anos
Madeira serrada	Até 90-95 anos
Alumínio	Até 100 anos
Plástico e metal	1 milhão de anos
Vidro	Tempo indeterminado
Bençoca	

#### SITUANDO OS RESÍDUOS SÓLIDOS EM MALHADA DA ROÇA

Previsão Mensal de Resíduos em Malhada da Roça São João do Cariri (RN) (kg/mês)					
Papel	Plástico	Vidro	Orgânico	Metal	Outros
539	324	80	4.031	215	3.272
TOTAL: 8.841 kg					



#### O QUE É COCOMPOSTAGEM?

Em Malhada da Roça, vamos instalar um sistema de cocompostagem. A partir dessa tecnologia, o lodo coletado das fossas será misturado com resíduos sólidos orgânicos domésticos e periodicamente revirado e monitorado. Este cuidado permitirá a transformação desses resíduos em adubo.

#### MONTAGEM DO SISTEMA DE COCOMPOSTAGEM EM MALHADA DA ROÇA

O Sistema de Cocompostagem (SCC) funcionará em Malhada da Roça e será composto pelos resíduos sólidos orgânicos coletados nas residências.

A cocompostagem utilizará, além dos resíduos sólidos orgânicos, o lodo de tanque (fossa) séptica, os quais serão tratados juramentadamente, proporcionando o tratamento combinado dos dois resíduos. Ao final do processo, será produzido adubo que poderá ser utilizado na própria comunidade.

#### ETAPAS PARA MONTAGEM DO SCC

Todas as etapas e funcionamento da prefeitura que recebe os resíduos nas residências irá coletar os resíduos orgânicos separados dos outros resíduos e encaminhá-los ao SCC.

Para que isto ocorra é necessário a sua participação direta, colaborando com a separação da matéria orgânica na sua própria residência.

#### COMO FUNCIONARÁ O SCC

Os resíduos orgânicos das residências serão misturados com o lodo das fossas sépticas formando uma pilha que após 90 dias se transformará em adubo.


**APÊNDICE I – FOTOS DO SEMINÁRIO II**



**APÊNDICE J – CAMPANHA DE COLETA DOS RESÍDUOS ORGÂNICOS NAS RESIDÊNCIAS – ANÚNCIO EM CARRO DE SOM**



**APÊNDICE L – CAMPANHA DE COLETA DOS RESÍDUOS ORGÂNICOS NAS RESIDÊNCIAS – FOLHETOS ENTREGUES NAS RESIDÊNCIAS**



**CAMPANHA  
COLETA DE RESÍDUOS ORGÂNICOS**

**ESTAMOS PASSANDO EM SUA CASA PARA PEDIR SUA COLABORAÇÃO. JUNTE NUM SACO PLÁSTICO AS CASCAS DE FRUTAS, PALHA DE MILHO OU PALHA DE FEIJÃO, FOLHAS DE ÁRVORES E OS RESTOS DE COMIDA.**

**NA PRÓXIMA COLETA DE LIXO, NÓS RECEBEREMOS ESSE MATERIAL, QUE SERÁ UTILIZADO PARA PRODUÇÃO DE ADUBO.**

**REALIZAÇÃO:  
FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE-FUNASA  
APOIO:  
PREFEITURA DE SÃO JOÃO DO CARIRI**

**APÊNDICE M – REUNIÕES COM PROFESSORES E ALUNOS NAS ESCOLAS**

**APÊNDICE N – MINI-CURSOS OFERECIDOS AOS MORADORES**

