

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
CAMPUS MEDIANEIRA
CURSO DE TECNOLOGIA EM GESTÃO AMBIENTAL

DIONE PATRÍCIA BATTISTI
JOSÉ FERNANDO BATTISTI

**AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DO USO DO ESTERCO BOVINO E DO
EM-4 NA COMPOSTAGEM DE RESÍDUOS DE PODA DE ÁRVORES
DO MUNICÍPIO DE MEDIANEIRA - PR**

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

MEDIANEIRA

2011

**DIONE PATRICIA BATTISTI
JOSÉ FERNANDO BATTISTI**

**AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DO USO DO ESTERCO BOVINO E DO
EM-4 NA COMPOSTAGEM DE RESÍDUOS DE PODA DE ÁRVORES
DO MUNICÍPIO DE MEDIANEIRA - PR**

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação, apresentado à disciplina de Trabalho de Diplomação, do Curso Superior de Tecnologia em Gestão Ambiental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, *Campus* Medianeira, como requisito parcial para obtenção do título de Tecnólogo.

Orientadora: Prof.^a Dra. Carla Adriana Pizarro Schmidt

MEDIANEIRA

2011



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Diretoria de Graduação e Educação Profissional
Coordenação do Curso Superior de Tecnologia em
Gestão Ambiental



TERMO DE APROVAÇÃO

Avaliação da eficiência de diferentes fontes de esterco na compostagem de resíduos de poda de árvores do município de Medianeira - PR

Por

DIONE PATRÍCIA BATTISTI
JOSÉ FERNANDO BATTISTI

Este Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) foi apresentado às 19:00 h do dia 22 de Junho de 2011 como requisito parcial para a obtenção do título de Tecnólogo no Curso Superior de Tecnologia em Tecnologia em Gestão Ambiental, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, *Campus* Medianeira. Os acadêmicos foram arguidos pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho.....

Prof. Dra. Carla A. P. Schmidt
UTFPR – *Campus* Medianeira
(Orientador)

Prof. M.Sc. Alice Jacobus de Moraes
UTFPR – *Campus* Medianeira
(Convidado)

Prof. M. Sc. Renato Santos Flauzino
UTFPR – *Campus* Medianeira
(Convidado)

Prof. M. Sc. Dr. Paulo R. S. Bittencourt
UTFPR – *Campus* Medianeira
(Responsável pelas atividades de TCC)

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradecemos a Deus por nos ter dado forças e coragem para vencer todas as dificuldades enfrentadas ao longo da vida e especialmente nos anos que estivemos cursando a graduação.

Aos nossos pais e familiares que sempre nos apoiaram nos momentos mais diversos.

Aos acadêmicos de Tecnologia em Gestão Ambiental Bruna Hinterholz e Márcio Luiz Pinheiro Gomes, por nos ter emprestado a estrutura na qual desenvolvemos o nosso trabalho de conclusão do curso.

À Professora Dra. Carla Adriana Pizarro Schmidt e seu esposo Genilso Gomes de Proença pelas orientações, sugestões e apoio durante a confecção e desenvolvimento do trabalho.

Ao Sr. Antoninho Turcatel e todos os colaboradores da Chácara Yanten, por nos ceder a área para realizar o experimento.

A Prefeitura Municipal de Medianeira, em especial à Secretaria de Meio Ambiente na pessoa do Senhor Perci Marcola por disponibilizar do triturado da poda das árvores da cidade.

Aos agricultores Albino Battisti pela disponibilização do esterco bovino e Francisco Bortoluzzi por nos disponibilizar garapa para fazer o EM-4, ambos os produtos utilizados no processo de compostagem.

A todos nossos professores e amigos que direta ou indiretamente foram indispensáveis ao longo de nossa graduação.

À Universidade Tecnológica Federal do Paraná pelas informações e pelo conhecimento adquirido ao longo do curso.

“Cada dia a natureza produz o suficiente para nossa carência. Se cada um tomasse o que lhe fosse necessário, não haveria pobreza no mundo e ninguém morreria de fome”.

Mahatma Gandhi

RESUMO

BATTISTI, Dione Patrícia e José Fernando. Avaliação da eficiência do esterco bovino e do EM-4 na compostagem de resíduos de poda de árvores do município de Medianeira – PR, 2011 Trabalho de Conclusão de Curso (Curso Superior de Tecnologia em Gestão Ambiental). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira - PR, 2011.

A grande geração de resíduos provenientes de podas de árvores no meio urbano ocorre devido à necessidade de remoção de galhos e árvores, visando melhorar o paisagismo das cidades, evitando interferências nas redes de energia elétrica, de água e esgoto. O problema é que esses resíduos nem sempre recebem o destino correto. Com o objetivo de destinar corretamente esse tipo de resíduo, o presente trabalho avaliou a eficiência da compostagem dentro de bombonas plásticas como meio de acelerar o processo, com a utilização de esterco bovino, microrganismos eficientes (EM). Primeiramente, foi realizada análise dos resíduos orgânicos, posteriormente foram realizadas duas análises de compostagem dentro de bombonas plásticas com a inoculação do EM-4, e após foi feita análise do composto pronto, sendo constatado que o mesmo se encontrava semi- compostado.

Palavras chave: Resíduos de podas de árvores, compostagem, Microrganismos eficientes (EM).

ABSTRACT

BATTISTI, Dione Patrícia e José Fernando. Evaluation of the efficiency of bovine manure and EM-4 in the composting of waste pruning trees in the city Medianeira-PR, 2011. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso Superior de Tecnologia em Gestão Ambiental). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira (PR), 2011.

The large generation of waste from pruning trees in the urban environment occurs due to the need for removal branches and trees to improve the landscaping of cities, avoiding interference in the electric power grids, water and sewage. The problem is that those residues not always receive the correct destination. With the objective to earmark this type of waste correctly, the present work evaluated the efficiency of composting inside plastic drums as a means of accelerating the process with the use of cattle manure, efficient microorganisms (EM). Primarily, we performed analysis of organic waste, subsequently were performed two analysis composting inside plastic drums with the inoculation of EM-4, and after was made analysis of the compound ready, and being revealed that the same stood semi-composted.

Keywords: pruning trees waste, composting, efficient microorganisms.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 01: LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA DO MUNICÍPIO DE MEDIANEIRA.....	26
FIGURA 02: LOCALIZAÇÃO DA CHÁCARA.....	27
FIGURA 03: FOLHAS TRITURADAS, ESTERCO BOVINO NOVO E CURTIDO UTILIZADOS NA COMPOSTAGEM.....	28
FIGURA 04: CAPTURA DOS EM-4.....	30
FIGURA 05: SOLUÇÃO DE 0,1% DE EM-4.....	31
FIGURA 06: TERMÔMETRO UTILIZADO PARA MEDIR A TEMPERATURA.....	32
FIGURA 07: ÁGUA PEPTONADA (ADTP 0,1%), TUBOS DE ENSAIO CONTENDO RAPAPORT E PLACA DE PETRI.....	33
GRÁFICO 1: TEMPERATURA MÉDIA AS SEIS AMOSTRAS MAIS A TEMPERATURA AMBIENTE.....	34
GRÁFICO 2: TEMPERATURA MÉDIA DAS AMOSTRAS DE ESTERCO BOVINO NOVO, FOLHAS, MAIS A TEMPERATURA AMBIENTE.....	36
GRÁFICO 3: TEMPERATURA MÉDIA DAS AMOSTRAS DE ESTERCO BOVINO CURTIDO, FOLHAS, MAIS A TEMPERATURA AMBIENTE.....	37
GRÁFICO 4: TEMPERATURA MÉDIA DAS QUATRO AMOSTRAS MAIS A TEMPERATURA AMBIENTE.....	38
GRÁFICO 5: TEMPERATURA MÉDIA DAS AMOSTRAS DE ESTERCO BOVINO NOVO, MAIS A TEMPERATURA AMBIENTE.....	39
GRÁFICO 6: TEMPERATURA MÉDIA DAS AMOSTRAS DE ESTERCO BOVINO CURTIDO, FOLHAS, MAIS A TEMPERATURA AMBIENTE.....	40
FIGURA 08: RESULTADO DAS 4 AMOSTRAS – DUAS ESTERCO BOVINO NOVO + FOLHAS E DUAS DE ESTERCO BOVINO CURTIDO + FOLHAS.....	43

LISTA DE TABELAS

TABELA 1: CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA DOS RESÍDUOS UTILIZADOS PARA COMPOSTAGEM.....	41
TABELA 2: CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA DO COMPOSTO PRONTO OBTIDO APÓS 22 DIAS DE COMPOSTAGEM.....	42

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 OBJETIVO DO ESTUDO	13
2.1 Objetivo geral	13
2.2 Objetivos Específicos	13
3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	14
3.1 RESÍDUOS SÓLIDOS – PODAS DE ÁRVORES	14
3.2 COMPOSTAGEM	15
3.2.2 Compostagem e Seus Impactos Sobre o Meio Ambiente	20
3.2.3 Avaliação do Composto	20
3.3 ESTERCO BOVINO	23
4. MATERIAIS E MÉTODOS	26
4.1 CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL	26
4.2 MATERIAIS UTILIZADOS NA MONTAGEM DO SISTEMA DE COMPOSTAGEM	27
4.2.1 Montagem das composteiras dentro das bombonas	28
4.2.2 Inoculação dos microrganismos eficientes EM-4	29
4.2.3 Aeração	31
4.2.4 Medição da Temperatura	31
4.2.5 Controle da Umidade	32
4.3 DETECÇÃO DE SALMONELA	33
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES	34
5.1 PRIMEIRA ANÁLISE	34
5.2 SEGUNDA ANÁLISE	38
5.3 ANÁLISE DOS RESÍDUOS ORGÂNICOS	41
5.4 ANÁLISE DE SALMONELA	43
CONCLUSÃO	44
REFERÊNCIAS	45
APÊNDICES	48

1 INTRODUÇÃO

A cada dia mais pessoas saem do campo passam a viver no meio urbano, em busca de melhores condições de vida, consequência disso é o inchaço das cidades, o cenário urbano vai se tornando cada vez mais artificial. Passado certo tempo as pessoas vêem a necessidade de fazer a arborização das cidades, criando parques e plantando árvores nas vias públicas, assim como em seus próprios lotes.

As principais funções dessa arborização urbana são a melhoria da qualidade do ar, oferta de sombra, absorção de ruídos, proteção térmica, quebra da monotonia da paisagem pelos diferentes aspectos e texturas, abrigo e alimento dos animais e a proporção de bem estar às pessoas.

Porém, alguns anos depois das árvores plantadas, surge a necessidade de fazer a poda das mesmas, para se evitar que os galhos toquem na rede elétrica. E também em muitos casos as árvores crescem tanto que acabam dificultando a visão de lojas e das próprias casas, em alguns casos, chega-se a realizar o corte total das árvores.

Após a poda há a necessidade de dar um destino ao material (resíduo) oriundo das podas de árvores, que em muitos casos estes resíduos acaba sendo depositado em aterros sanitários e em alguns casos é queimado em lixões, destinos considerados inadequados, pois geram poluição do ar, água e solos. Esses destinos são motivados pela falta de conhecimento, ou de interesse governamental em dar uma solução adequada aos resíduos de podas de árvores.

Diante desse cenário, a forma mais adequada de tratamento desses resíduos é a compostagem, pois é uma alternativa mais barata e poupadora de espaço para a destinação final de resíduos orgânicos. Sendo assim, a compostagem vai dar uma destinação correta aos resíduos de podas de árvores, e também, aos esterco de animais, que são de fácil disponibilidade nas propriedades rurais, e que muitas vezes são utilizados sem nenhuma orientação na agricultura ou, até mesmo, descartados em qualquer lugar, causando uma série de problemas ambientais.

O produto resultante da mistura dos resíduos orgânicos (podas de árvores+esterco) é um composto que pode ser usado em diversos tipos de cultura, entre elas o cultivo de hortaliças, a jardinagem, na agricultura, na pastagem, entre outros.

Para tanto, o presente trabalho procurou estudar em meio fechado (bombonas de plásticas) a eficiência da compostagem dos resíduos de podas do município de Medianeira-PR, adicionando o esterco de animais, que é muito comum em grande parte das propriedades rurais em especial o de bovinos, e também a eficiência dos microorganismos aceleradores da decomposição ou microorganismos eficientes, o EM-4.

2 OBJETIVO DO ESTUDO

2.1 Objetivo geral

Avaliar a eficiência do esterco bovino e do microrganismo EM-4 na compostagem com resíduos de poda de árvores do município de Medianeira.

2.2 Objetivos Específicos

- Avaliar a qualidade microbiológica do produto final por meio de análise de ausência de *Salmonella sp* em 25g;
- Elaborar gráficos e tabelas com resultados comparativos.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 RESÍDUOS SÓLIDOS – PODAS DE ÁRVORES

De acordo com a NBR 10004/2004, resíduo sólido é todo: “resíduo no estado sólido e semi-sólido, que resulta da comunidade e origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola e de serviços de varrição. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água, ou exijam para isso soluções técnicas e economicamente viáveis em face de melhor tecnologia disponível”.

Ainda seguindo a NBR 10004/2004, os resíduos sólidos podem ser classificados, de acordo com sua periculosidade ao ambiente e à saúde humana, da seguinte maneira:

Classe 1 – Perigosos: Apresentam periculosidade em função de uma ou mais características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e de e patogenicidade.

Classe 2A - Não-Inertes: Resíduos que não apresentam periculosidade, porém não são inertes, podem ter propriedades tais como: combustibilidade, biodegradabilidade ou solubilidade em água.

Classe 2B – Inertes: Resíduos que, ao serem submetidos aos testes de solubilização (NBR 10007) não têm nenhum de seus constituintes solubilizados em concentrações superiores aos padrões de potabilidade da água.

Considerando essa classificação segundo a norma Brasileira NBR 10.004:2004 da ABNT, os resíduos verdes, provenientes da poda da arborização pública, por serem compostáveis, podem ser classificados como resíduos classe II.

A geração desse resíduo é ocorre devido à necessidade da realização de podas periódicas das árvores para evitar a interferência no sistema de distribuição de energia elétrica (CORTEZ, 2008), e também com a poda facilita-se a visão das residências e dos estabelecimentos comerciais, e também evita o crescimento

desordenado das árvores, o que pode vir a ocasionar o rompimento das redes de água e esgoto.

Segundo Baratta Junior (2007) resíduos sólidos resultantes das podas geram um volume considerável de material vegetal que pode ser aproveitado das mais diversas formas: lenha, carvão, madeira para fabricado de moveis rústicos, artesanato, brinquedos, etc., gerando benefícios ambientais e sociais. Além destes produtos, parte deste material, ou seja, os galhos mais finos inservíveis para lenha, carvão ou finalidade mais nobre, que corresponde a cerca de 60% do volume total, poderá ser compostado, e utilizado para os mais diversos fins.

Para Barata Junior e Magalhães (2010) resíduos verdes (podas) acabam na maioria das vezes sendo depositados em aterros sanitários, lixões e em alguns casos são queimados. A compostagem poderá contribuir significativamente na diminuição dos danos causados pela disposição desordenada destes resíduos urbanos, reduzindo a pressão sobre os recursos naturais.

Na medida em que os municípios assumirem mais seriamente a compostagem como uma medida efetiva para tratamento dos resíduos provenientes de podas de arvores vão ao mesmo tempo solucionar a carência de novas áreas para implantação de depósito de resíduos e por consequência, irão prolongar a vida útil dos mesmos (BARATTA JUNIOR, 2007).

Na cidade de Medianeira localizada no estado do Paraná é realizado um trabalho terceirizado juntamente com a Secretaria de Agricultura e de Meio Ambiente de recolhimento e trituração da poda arbórea do município, o trabalho é realizado por uma equipe de trabalho de seis pessoas. Semanalmente são recolhidas duas cargas de material lenhoso, sendo que, cada carga pesa em média, de três a quatro toneladas.

3.2 COMPOSTAGEM

Segundo Loureiro et al (2007), as áreas urbanas são caracterizadas pela alta produção de resíduos orgânicos, de origem domiciliar, de áreas comerciais e industriais. Esses resíduos geralmente são aterrados, incinerados, ou descartados em terrenos baldios. Essas formas de tratamentos não são os mais adequados, pois

contaminam os solos e mananciais de água através da produção de chorume, poluem o ar devido à liberação de gases, além da proliferação de insetos como ratos, baratas, moscas, etc. e, ao mesmo tempo, estão sendo desperdiçados nutrientes que se tornam insumos orgânicos tão essenciais para a agricultura.

O aproveitamento dos resíduos orgânicos domiciliares, como adubo para a produção agrícola, requer alguns conhecimentos que possibilitem a adequada forma de prepará-los e que garantam um produto estabilizado e de boa qualidade, que forneçam nutrientes e condicione o solo de forma adequada (LOUREIRO et al, 2007).

Para Neto (1996), a forma mais eficiente de reciclagem de resíduos orgânicos é por intermédio de processos de compostagem. Compostagem pode ser definido como processo biológico aeróbico e controlado de transformação de resíduos orgânicos em resíduos estabilizados, os quais terão propriedades e características totalmente diferentes daquele material que deu origem (DIDONE, 1999).

Segundo Campbell (1995), a palavra *composto* vem do latim e tem dois significados “junto e/ou trazer”. A compostagem começou com o aparecimento do primeiro vegetal na terra, muito mesmo antes do surgimento do homem, a compostagem já acontecia nas florestas, prados, pântanos, e campos do mundo. O homem foi apenas responsável por acelerar o processo de compostagem.

O processo de compostagem envolve uma população diversificada de microrganismos em duas fases distintas, sendo a primeira de degradação ativa ou termofílica e a segunda de maturação ou cura (NETO, 1996). Durante essas fases alguns componentes da matéria orgânica são utilizados pelos microrganismos para formação de seus tecidos, outros são volatilizados, e o restante é transformado biologicamente em uma substância diferente daquela a qual deu sua origem, essa substância é conhecida como húmus (DIDONE, 1999).

Para Neto (1996), a compostagem pode ser efetuada por processos simplificados tornando-se de baixo custo, as composteiras são feitas em pátios onde o material a ser compostado é disposto em montes de forma cônica, denominados pilhas, podem ser feitas em montes de forma prismática, com seção reta aproximadamente triangular denominados leiras de compostagem, ou ainda em reatores anaeróbicos.

Ainda segundo Neto (1996), a compostagem é capaz de reciclar qualquer

resíduo orgânico, desde restos de alimentos, palhas, podas em geral, serragem, esterco de animais até lodo de esgotos. Além de cinzas (fonte de potássio) peneirada provenientes de madeira de lareira ou fogão, penas de animais, pois são ricas em nitrogênio, rochas moídas, etc. Quanto maior for a variedade de materiais que o composto é feito, maior será a variedade de nutrientes que o mesmo poderá suprir as plantas, e esses nutrientes são tão benéficos que os mesmos são liberados na medida em que as plantas precisam (CAMPBELL 1995).

Para Neto (1996), a reciclagem dos resíduos orgânicos acontece pelos próprios microorganismos (bactérias, fungos e actinomicetos e enzimas) presentes nos mesmos, os quais são responsáveis pela decomposição e/ou estabilização da matéria orgânica.

Segundo Neto (1996), as bactérias são responsáveis pela quebra inicial da matéria orgânica de fácil digestão, como os açúcares, amidos e proteínas, o resultado disso, é a liberação de calor para a leira. Na compostagem encontramos basicamente três tipos de bactérias: as criófilas, as mesófilas (maior número) e as termófilas, que atuam em temperaturas de 13, 20 a 30 e acima dos 40°C, respectivamente (CAMPBELL 1995).

Já os fungos têm a função de degradar de compostos carbonáceos (NETO, 1996). Normalmente os fungos aparecem de quatro a seis dias depois de feita a pilha de compostagem. Os actinomicetos degradam substâncias não decompostas por bactérias e fungos, sendo que os actinomicetos se reproduzem em ambientes de baixa umidade e altas temperaturas.

As enzimas são responsáveis por transformar as formas mais complexas de carboidratos em formas mais simples, as quais são utilizadas como alimento pelas bactérias. Exemplo disso é a enzima celulase que degrada a celulose que é de difícil degradação (CAMPBELL 1995).

Os microorganismos decompositores-mineralizadores atacam a matéria orgânica, o que resulta na liberação de elementos químicos importantes, como o nitrogênio, o cálcio, e o magnésio, os quais deixam à forma imobilizada passando para a forma de nutrientes minerais, tornando-se disponíveis às plantas e aos demais microorganismos (NETO, 1996).

Além dos micros encontramos os macrorganismos como os cupins, larvas, insetos, nematóides e minhocas. Esses escavam, mastigam, digerem e misturam os materiais compostáveis, tornando-os menores, dessa forma eles facilitam o trabalho

dos fungos e bactérias (CAMPBELL 1995).

A velocidade de decomposição dos materiais utilizados depende da estrutura molecular de cada um (DIDONE, 1999). Sendo assim, materiais ricos em carbono (serragens, palhas, resíduos de podas), degradam mais lentamente que resíduos úmidos domésticos. No caso de os resíduos terem altas concentrações de nitrogênio e como a maioria dos processos de compostagem serem realizados na presença de O₂ verifica-se a formação de gás carbônico e amônia, sendo assim, esta será liberada para a atmosfera. Para tanto, para que as leiras de compostagem tenham decomposição normal é necessário que se estabeleça uma relação adequada de C/N.

3.2.1 Fatores que Influenciam na Compostagem

Segundo Neto (1996), a compostagem é influenciada por vários fatores que afetam sua atividade microbiológica, dentre os quais vamos destacar os seguintes:

Umidade: deve variar entre 40% a 60%, na faixa de 55% é o ideal para propiciar uma melhor degradação dos resíduos orgânicos, valores superiores ao máximo podem levar o composto a sofrer um processo de anaerobiose, entretanto valores inferiores a 40% restringem a atividade microbiana de degradação dos resíduos orgânicos.

Oxigenação: tem por finalidade suprir a demanda de oxigênio requerida para a atividade microbiológica, e também para controlar a temperatura (calor), resultante da oxidação, principalmente do carbono que é retido na leira devido às características isolante térmicas da matéria orgânica.

Para oxigenar a leira de compostagem podem ser usados dois processos, o artificial (mecânico com uso de tratores) ou natural (reviramentos feitos de forma manual de uma a duas vezes por semana). Durante o reviramento o calor é liberado para o meio ambiente, nesse momento faz-se a correção da umidade.

Para Neto (1996), o ciclo de reviramento tem como objetivo propiciar a aeração da massa e dissipar as altas temperaturas (>65°C) desenvolvidas na fase ativa de degradação. Esse ciclo favorece a atividade microbiológica, homogeneiza a massa, favorece a degradação e exerce ações físicas de quebra das partículas.

Temperatura: é um indicativo da eficiência do processo, a temperatura ideal é 55°C, podendo variar entre 45°C a 65°C (termofílica), essencial para a eliminação dos microorganismos patogênicos, valores acima de 65°C causam a eliminação de microorganismos mineralizadores que são responsáveis pela degradação dos resíduos orgânicos.

Ainda segundo Neto (1996), alguns fatores influenciam o bom desenvolvimento da temperatura nas leiras de compostagem, como as características da matéria prima, tipo de sistema utilizado, controle da umidade, ciclo de reviramento, temperatura, forma geométrica das leiras.

Durante todo o ciclo de compostagem a temperatura varia, sendo na fase inicial de 45°C a 65°C (degradação) e na fase de maturação do composto abaixo de 45°C.

Concentração de nutrientes: será mais diversificado quanto mais diversificado forem os resíduos orgânicos que compõem a massa de compostagem e, por consequência, a população microbiológica.

Os nutrientes mais importantes para os microorganismos são: o carbono (resíduos palhosos, equivalente a 70% da leira) como fonte de energia para as atividades vitais e o nitrogênio (resíduos fecais e restos de alimentos frescos, equivalente a 30% da leira) para a sua reprodução.

Para a elaboração de uma composteira deve-se levar em conta a relação carbono/nitrogênio, pois o excesso de carbono leva a um aumento do período de compostagem, já uma maior concentração de nitrogênio levará a perda do mesmo por volatilização da amônia causando mau cheiro da leira de compostagem.

Tamanho das partículas: da massa de compostagem deve situar-se entre 10 a 50 mm, isso vai favorecer a melhor homogeneização, melhoria da porosidade, menor compactação e maior capacidade de aeração.

PH: varia entre 4,5 a 9,5, e que os valores extremos são controlados pelos microorganismos por meio da degradação de compostos que irão produzir subprodutos ácidos ou básicos em função da necessidade do meio. A compostagem produz um composto final com pH entre 7,5 a 9,0 sendo benéfico, pois auxilia na correção de solos ácidos (NETO, 1996).

3.2.2 Compostagem e Seus Impactos Sobre o Meio Ambiente

Segundo Neto (1996), durante o processo de biodegradação e maturação da leira de compostagem basicamente três agentes podem causar impactos ambientais, são eles:

Emanação de Odores: indicam anaerobiose na massa de compostagem devido ao excesso de umidade, ciclo de reviramento irregular, tamanho das partículas maior que 50 mm, configuração geométrica inadequada, etc. Portanto, caso a leira emane odores, deve-se fazer um recobrimento da mesma com uma camada de composto maturado, pois o mesmo funcionará com um filtro biológico, eliminando satisfatoriamente a emanção de odor pela leira.

Proliferação de Vetores: sempre irá ocorrer à atração de vetores em um local onde concentre resíduos orgânicos. Por isso, todas as ferramentas e equipamentos utilizados devem ser lavados, deve-se controlar a temperatura para que fique na fase termofílica, dessa forma, eliminam-se larvas e ovos de vetores e também se deve fazer um recobrimento da leira com uma camada de composto maturado.

Produção de Chorume: é uma ocorrência biológica natural na massa de compostagem durante o processo de bioestabilização ativa. Trata-se de um líquido que pode incorporar altas concentrações de macro e micro nutrientes e até mesmo toxinas orgânicas, gerado devido principalmente ao excesso de umidade de compostagem. Portanto, mantendo-se a umidade em torno de 45-55%, tendo um ciclo de reviramento mais constante e incorporar composto maturado, seco e em quantidade necessária evitam problemas relacionados à liberação de chorume (NETO, 1996).

3.2.3 Avaliação do Composto

Para Kiehl (1998), além do controle dos impactos ambientais, existem vários testes rápidos que podem ser utilizados para o acompanhamento do processo de

compostagem, entre eles:

Medição da temperatura: um método simples para medir a temperatura da leira é acompanhar a maturação da mesma, pois a curva de temperatura acompanha paralelamente a curva de produção de gás carbônico que é um bom parâmetro para determinar o grau de maturação.

Presença de suspensão coloidal: na compostagem, todos os componentes da matéria orgânica são reduzidos à dimensão coloidal. No teste da presença da suspensão coloidal pega-se dois dedos da amostra em um copo enchendo-se com água e adicionando uma colher das de café com amoníaco para se garantir reação alcalina. Deixar em repouso por algum tempo para que se de a decantação de areia, terra e outros meterias. Então se verifica:

a) Composto cru: liquido café fraco, com poucas partículas em suspensão e a maior parte da amostra no fundo do copo.

Uma característica desse composto é a alta relação C/N, pode ser usado em culturas perenes. Mas deve-se cuidar com a presença de patógenos pela não completa fase termofílica do composto.

b) Composto semi-curado: coloração escura apresentando algum material em suspensão.

Esse composto tem relação C/N em tomo de 18/1 e pH de 6,0, devendo completar a maturação, pois o mesmo pode apenas ser aplicado no fundo do sulco de plantio.

c) Composto maturado: líquido de coloração preta, com as partículas em suspensão, essas são ricas em húmus.

O composto apresenta boas características físico-químicas, a relação C/N é inferior a 12/1, podendo ser usado nos mais diversos cultivos agrícolas e de jardinagem.

Outros testes segundo Kiehl (1998) são o da mão e o da bolota: com uma amostra do composto fazer uma bola do tamanho de pingue-pongue umedecendo, a mesma deve ser passada varias vezes de mão em mão atirando-a de uma pequena altura sem que ela se desfaça, isso demonstrará que o composto está curado.

No teste da mão a amostra do composto curado é umedecida, esfregada nas mãos, a mesma formará grumos que se desprenderão ao esfregarmos uma mão na outra (KIEHL, 1998).

3.2.4 Maturidade do Composto

Segundo Kiehl (1985), maturidade é o resultado de uma correta decomposição microbiológica da matéria orgânica, originando nutrientes e húmus: Um composto de qualidade, além de ter perfeita maturidade apresenta características e propriedades que torne o produto adequado para o uso agrícola.

Ainda para Kiehl (1998), durante a compostagem ocorrem as seguintes alterações, as quais dão uma idéia do grau de maturação do composto: redução do volume que pode ser de até um terço do inicial; com a fermentação a massa vai se tornando cada vez mais escura e brilhante quando úmida devido à acentuada coloração, o húmus tem coloração negra onde a maior parte da massa original não mais permite ser identificada; odor acre e penetrante, com a compostagem passa a ter cheiro de terra mofada, tolerável e agradável, a umidade é reduzida, de maneira que a massa que inicialmente era úmida no início da fermentação passa a apresenta-se quase seca.

Para Didone (1999), “o composto é considerado seguro do ponto de vista sanitário quando o organismo indicador mais utilizado que é a *Escherichia coli* apresentar concentrações menores que $1,0 \times 10^2$ NMP/g”.

Para Neto (1996), uma produção satisfatória do composto orgânico (húmus) somente se consegue por meio dos processos aeróbios e controlados, dessa forma, tem-se um produto mais estável resultado das transformações da matéria orgânica.

O húmus exerce profundos efeitos nas propriedades do solo, os quais resultam no aumento da produtividade vegetal. Sua aplicação pode ser dada em horticultura, fruticultura, produção de grãos, jardins, hortos, produção de mudas, entre outros. E a quantidade aplicada varia das características do próprio composto assim como, do solo, do clima, do tipo de cultura, a atividade agrícola, dentre outros.

O húmus resultante da compostagem exerce efeitos diretos no crescimento das plantas, aumentando a absorção de calor no solo durante o dia, aumenta a capacidade de retenção de água, aumenta a permeabilidade à absorção de nutrientes, reduz os efeitos da erosão, exerce ação protetora e atua como fonte de nutrientes para os microorganismos do solo, exerce efeito controlador sobre muitas doenças e pragas de plantas (NETO, 1996).

Para Campbell (1995), o composto orgânico funciona como inoculante para

o solo, aumentando o número de micro e macrorganismos, como minhocas e demais insetos, que são formadores naturais do solo. O composto pode ainda neutralizar diversas toxinas e metais pesados que pudessem ser absorvidas pelas plantas. O composto também funciona como uma solução tampão no solo, pois impede grandes variações de pH do mesmo.

Segundo Almeida (2000), a compostagem traz inúmeras vantagens tanto para o meio rural como urbano, pois reduz em cerca de 50% o lixo destinado aos aterros, aproveitamento agrícola de matéria orgânica, reciclagem de nutrientes para o solo, processo ambientalmente seguro, eliminação de patógenos, economia de tratamento de efluentes.

3.3 ESTERCO BOVINO

Segundo Kiehl (1985), na legislação brasileira, os fertilizantes orgânicos são classificados em três categorias: fertilizantes orgânicos simples, composto e fertilizante organo-mineral, estando os esterco animais dentro dos fertilizantes orgânicos simples.

Segundo Cortez (2009), os esterco são dejetos sólidos ou líquidos de animais domésticos cuja composição química depende do tipo de animal que o originou e do manejo do resíduo.

Para Kiehl (1985), o esterco bovino fresco é rico em bactérias que vivem no trato digestivo animal, e logo no início da fermentação, observa-se uma multiplicação destas, o que torna o esterco um ótimo meio de cultura para os microrganismos aumentando a quantidade de bactérias do local aonde o esterco for adicionado. Sendo assim, o esterco pode ser um bom inoculante para a aceleração da compostagem.

O esterco animal possui valor como corretivo do solo e como nutriente para as plantas. Dessa forma, culturas adubadas com composto orgânico (esterco), normalmente apresentam plantas com nutrição mais equilibrada e com melhor desenvolvimento do que aquelas adubadas somente com fertilizantes minerais (KIEHL, 1985).

O adubo orgânico aumenta os estoques de carbono orgânico e N total no solo, em relação aos sistemas de produção com adubação mineral ou mesmo sem adubação (CORTEZ, 2009).

A incorporação de adubo orgânico no solo fornece nutrientes como N, P, K e S, influência nas propriedades físicas do solo, reduzindo a densidade aparente, formando agregados, melhorando a aeração e a capacidade de armazenamento de água (KIEHL, 1985). Segundo o autor, os adubos orgânicos têm também, efeito sobre o poder tampão do solo ao manter o pH quando há mudanças bruscas no meio, além de favorecer a troca catiônica, complexar e solubilizar alguns metais tóxicos as plantas e ter influência na temperatura do solo. Outros efeitos, segundo Cortez (2009), são o de favorecer o enraizamento, diminuir os efeitos tóxicos do Al e aumentar a atividade microbiana do solo.

3.4 MICRORGANISMOS EFICIENTES

Segundo o Caderno (2009), o estudo com os EM deu-se na década de 70 no Japão, o objetivo desse estudo era melhorar a utilização da matéria orgânica na produção agrícola. Na década de 80 foram realizados vários experimentos em campo com o EM, os quais foram positivos. No Brasil a eficiência do EM foi comprovada na ciclagem da matéria orgânica.

Os microorganismos eficientes (EM) são formados pela comunidade de microorganismos encontrados naturalmente em solos férteis e em plantas, que coexistem quando em meio líquido (CADERNO, 2009).

Segundo Villela (2006), o EM é constituído basicamente por quatro grupos de microorganismos:

a) Leveduras: que sintetizam substâncias antimicrobianas e outras substâncias necessárias ao crescimento da planta.

b) Actinomicetos: controlam fungos e bactérias patogênicas e também conferem às plantas maior resistência aos mesmos.

c) Bactérias produtoras de ácido láctico: eliminam microorganismos nocivos, melhoram a decomposição da matéria orgânica e ainda promovem a fermentação e a decomposição de materiais.

d) Bactérias fotossintetizantes: Essas bactérias impulsionam o crescimento da planta.

Ainda segundo Vilella (2006), os EMs fazem parte do grupo de microorganismos regenerativos que produzem substâncias orgânicas úteis às plantas, podem também produzir hormônios e vitaminas para as mesmas. Os EM melhoram as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo. Os microorganismos eficientes decompõem a matéria orgânica de modo equilibrado, com pouco gasto energia e tempo.

Quanto aos locais de utilização dos EM segundo o Caderno (2009), podem ser:

No solo: recompõem a microbiota, restaura as condições físico-químicas e microbiológicas, estimula a emergência das plantas, aumenta a porosidade do solo, facilita a decomposição da matéria orgânica, diminui patógenos, biorremedia solos contaminados, etc.

Nas plantas: melhora o metabolismo, aumenta germinação, florescimento e frutificação, adubação foliar, aumenta produção melhora a qualidade dos produtos, etc.

Na água: aceleram a decomposição de compostos orgânicos que poluem a água.

No saneamento ambiental: controla maus odores, promove rápida decomposição das matérias orgânicas.

Na compostagem: é indicado na compostagem de decomposição lenta, pois acelera a decomposição reduzindo o tempo de compostagem. O volume utilizado deve equivaler ao volume de água que é costume utilizar para umidificar a compostagem.

Nos animais: controla cheiros desagradáveis em instalações, diminui moscas e carrapatos, reduz o uso de desinfetantes e medicamentos.

O EM também pode ser utilizado na pastagem para estimular seu crescimento, na limpeza de casas retirando gorduras, na lavagem de roupa, pois elimina odores, em equipamentos e máquinas para retirar a ferrugem, etc.

A forma que geralmente é usada para aplicação do EM é diluído em uma solução 0,1%, ou seja, 1 litro de EM para 1000 litros de água não clorada (CADERNO, 2009).

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL

O município de Medianeira situa-se a 25°17'40", latitude sul de e a 54°05'30", longitude oeste, está localizado no Oeste Paranaense. A superfície do Município é de 314,632 km²; essa área corresponde a 0,2% da área do Estado.

Sua distância terrestre em relação à capital do Estado, Curitiba, é de 580 km. Localiza-se a 402 metros acima do nível do mar. Seu ponto mais alto, 608 metros e o ponto mais baixo, 275 metros. Ao norte, limita-se com os municípios de Missal, ao Oeste faz fronteira com São Miguel do Iguaçu, ao sul com o município de Serranópolis do Iguaçu e ao leste com o município de Matelândia (Figura 01).

A população do município é de 41.830 habitantes (IBGE 2010). Esse total corresponde a 0,2% da população do Estado.



Figura 01: Localização Geográfica do Município de Medianeira
Fonte: Adaptado de Wikipédia Fichero, (2011).

O experimento foi realizado em uma chácara próxima a UTFPR campus de Medianeira do estado do Paraná. Nessa chácara é realizado o cultivo das plantas

medicinais, dentro do sistema orgânico. A chácara é localizada no bairro Parque Independência, município de Medianeira (Figura 02).



Figura 02: Localização da Chácara.
Fonte: Adaptado do GOOGLE EARTH (2011).

4.2 MATERIAIS UTILIZADOS NA MONTAGEM DO SISTEMA DE COMPOSTAGEM

Principais materiais utilizados para a compostagem de resíduos em bombona plástica:

- Tábua de pinus para suporte das bombonas plásticas
- seis bombonas plásticas de 200L
- torneiras plásticas para percolar produzido nas bombonas
- esterco bovino curtido
- esterco bovino novo
- podas de árvores trituradas do município de Medianeira
- garfo agrícola
- balde de pedreiro
- pá
- enxada
- copo de medida
- termômetro

A tábua de pinus e as bombonas já estavam no local já haviam sido utilizadas por outra equipe que elaborou o trabalho de conclusão de curso (TCC) na mesma área no ano de 2010. Portanto a estrutura já estava disponível no local sendo feita segundo o método que pode ser conferido em Hinterholz e Gomes (2010).

4.2.1 Montagem das composteiras dentro das bombonas

No processo realizado montou-se o experimento em forma de duplicada diferenciando apenas o esterco bovino fresco, curtido e folhas provenientes de triturado de podas de árvores para a primeira análise sendo: duas bombonas com esterco bovino novo, duas bombonas com esterco bovino curtido, duas bombonas com folhas provenientes de triturado de podas de árvores.

Já na segunda análise também se montou o experimento em forma de duplicata, porém, somente com esterco bovino novo e esterco bovino curtido, dispostos da seguinte maneira: duas bombonas com esterco fresco e duas com esterco bovino curtido.

Os materiais utilizados para a montagem da leira foram: pedra brita nº04, triturado da poda das árvores da cidade de Medianeira/PR, esterco bovino novo e curtido cedidos pelo agricultor Albino Battisti (figura03), microrganismos eficientes, o EM-4 e água.



Figura 03: Folhas trituradas, esterco bovino novo e curtido utilizados na compostagem

Primeiramente, antes de montar as composteiras, foi feito à lavagem das bombonas assim como das pedras britas que estavam dentro das bombonas com uma solução de cloro mais água, essa solução foi deixada nas bombonas por dois dias. O objetivo desse procedimento é eliminar qualquer microrganismo ali presente, que pudesse vir a interferir ou contaminar o processo de compostagem, em especial a salmonela que foi confirmada na compostagem feita nessas bombonas plásticas no trabalho de conclusão de curso de Hinterholz e Gomes (2010).

Posteriormente a esse procedimento, e com os resultados das amostras, se deu início à montagem das composteiras dentro das bombonas. Sendo os materiais dispostos da seguinte maneira para as bombonas 1 e 2: 4 camadas de folhas + 3 camadas de esterco bovino fresco, dispostos de forma intercalada. Já para as bombonas 3 e 4 foram: 4 camadas de folhas + 3 camadas de esterco bovino curtido, dispostos também de forma intercalada. Nas bombonas 5 e 6 foram colocadas sete camadas de folhas.

Na segunda análise, foram utilizados apenas quatro bombonas, pois não foi repetida a análise com folhas e sim, feito uma duplicata para esterco bovino fresco + folhas e outra duplicata para esterco bovino curtido + folhas, nas mesmas quantidades e dispostos da mesma forma da primeira análise. A unidade de medida utilizada para camada foi um balde de pedreiro de 8 litros, ou seja, cada camada de esterco ou folhas colocada nas bombonas correspondia a um balde de 8 litros.

Foram colocadas sete camadas em todas as bombonas nas duas análises. Na intercalação do material disposto iniciou-se e finalizou-se com as folhas trituradas provenientes de podas de árvores. Para melhor eficiência na biodegradação do composto, pois na parte superior ele serve como cobertura e na parte inferior como base das camadas. Após o procedimento as bombonas foram fechadas para evitar intempéries e a atração de vetores.

4.2.2 Inoculação dos microrganismos eficientes EM-4

Com o objetivo de acelerar o processo de compostagem foram inoculados no momento da preparação das composteiras, os microrganismos eficientes, o EM-4.

Para obter o EM-4, inicialmente cozinhou-se o arroz branco ao ponto de empapar segundo o método do Caderno (2009), depois foi enterrado por uma semana sob folhas em uma pequena mata no interior do município de Medianeira. Passado este período, foi coletado o material separando os microrganismos eficientes que apresentavam pedaços alaranjados e com cores claras (figura 04).



Figura 04: Captura dos EM-4

Em seguida acrescentou-se a esses microrganismos, 5 litros água sem cloro, mais 1L de garapa de cana e mais 2 colheres de sopa de farinha de arroz, armazenado em local fresco e arejado. Dessa mistura foi feita a solução de 0,1% de EM-4 (CADERNO, 2009), para inocular na compostagem sendo retirados 2,5ml colocando em 2,5L de água. Dessa solução foram colocados 0,4L em cada bombona no dia em que foi feita a compostagem, e repetido na mesma dosagem a cada sete dias para a primeira análise, e a cada medição da temperatura na segunda análise. (figura 05).



Figura 05: Solução de 0,1% de EM-4

4.2.3 Aeração

A aeração ou revolvimento era realizado dentro das bombonas utilizando um garfo agrícola ou forma manual com o uso de luvas de látex, dessa forma conseguia-se revolver todo o material compostado dentro das bombonas.

Esta aeração foi realizada uma vez por semana, sendo feito quatro revolvimentos na primeira análise por um período de 30 dias, e três revolvimentos na segunda na segunda análise por um período de 22 dias.

A aeração era feita sempre após a medição da temperatura, porém antes da adição de água e EM-4.

4.2.4 Medição da Temperatura

A coleta dos dados de temperatura das leiras dentro das bombonas foi realizada com termômetro comum adquiridos em casa agrícola. (Figura 06).

Para medir a temperatura dentro da bombona era cavado um orifício no meio da leira com comprimento do tamanho do termômetro, aonde o mesmo era posteriormente colocado deixando somente a alça de fora, por um período de cinco minutos em cada bombona.

Para medir a temperatura foram utilizados dois termômetros, um para medir a temperatura das bombonas 1 e 2, e outro para as bombonas 3 a 6, na 1ª análise. Na segunda análise também foram utilizados dois termômetros, um para as bombonas 1 e 2, e outro para as bombonas 3 e 4.



Figura 06: Termômetro utilizado para medir a temperatura

4.2.5 Controle da Umidade

Em cada bombona foi colocado inicialmente 8 litros de água, e depois na primeira medição da temperatura foi recirculado a água e colocado mais 4 litros nas bombonas com folhas mais esterco bovino novo, e nas somente com folhas e mais 8 litros de água em cada bombona que tinha o esterco bovino curtido. Depois nas demais medições de temperatura eram apenas feito à recirculação da água. Esse procedimento foi realizado nas duas análises.

No apêndice A e B podemos visualizar o dia da medição as temperaturas, adição ou recirculamento de água, inoculação de EM-4, e ciclo de aeração/revolvimento.

4.3 DETECÇÃO DE SALMONELA

Para verificar a sanidade do composto foi realizado teste detecção de salmonela. Segundo Silva (1997) a técnica de detecção de *Salmonela* foi desenvolvida com a finalidade de garantir, mesmo em situações extremamente desfavoráveis em que às células se encontram injuriadas pelo processo de preservação como aplicação de calor, o congelamento e secagem, possa ser detectada *Salmonela*. O teste apenas para confirmar leva aproximadamente três a quatro dias.

Primeiramente foi pesado 10g de meio de cultura para preparo de água peptonada (ADTP 1%), a mesma misturada a 1L de água destilada, depois com uma proveta de um foi transferido 225 ml dessa solução para 4 frascos (tipo de conserva) os quais foram levados a autoclave, posteriormente foi pesado 25g de amostra de composto orgânico para cada um dos 4 frascos, em seguida foram colocados na estufa a 35°C por 17 horas.

No dia seguinte, com uma pipeta de 1 mL transferiu-se 0,1 mL da amostra (composto orgânico+água peptonada+água destilada) para 4 tubos de ensaio contendo rapaport, que logo em seguida, foi colocado na estufa a 45°C por 24 horas.

No terceiro dia com uma alça de níquel cromo tiramos uma amostra de cada tubo e transferimos para as placas de petri contendo SS (Agar *Salmonela* Shigela), foram utilizadas duas placas, as quais foram divididas ao meio, dessa forma, cada placa ficou com duas amostras. As placas foram levadas à estufa a 35°C por um período de 24 a 48 horas.

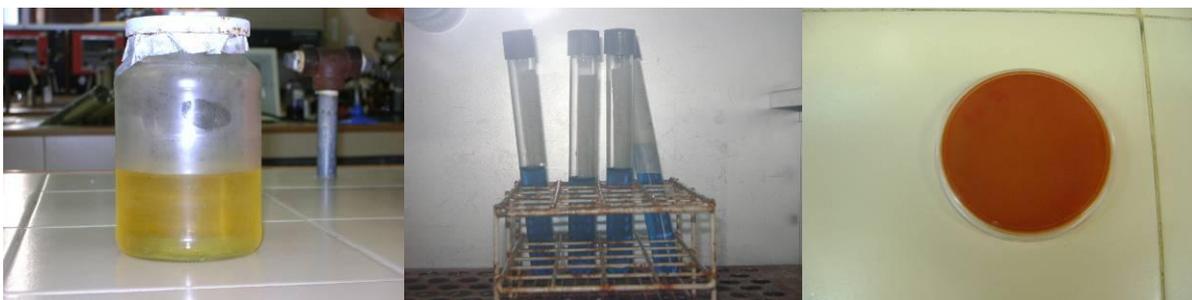


Figura 07: água peptonada (ADTP 1%), tubos de ensaio contendo rapaport e placa de Petri.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 PRIMEIRA ANÁLISE

No gráfico 1 pode-se verificar a temperatura atingida pelas amostras num período de trinta dias. A medição da temperatura foi realizada no final da tarde, por volta das dezoito horas.

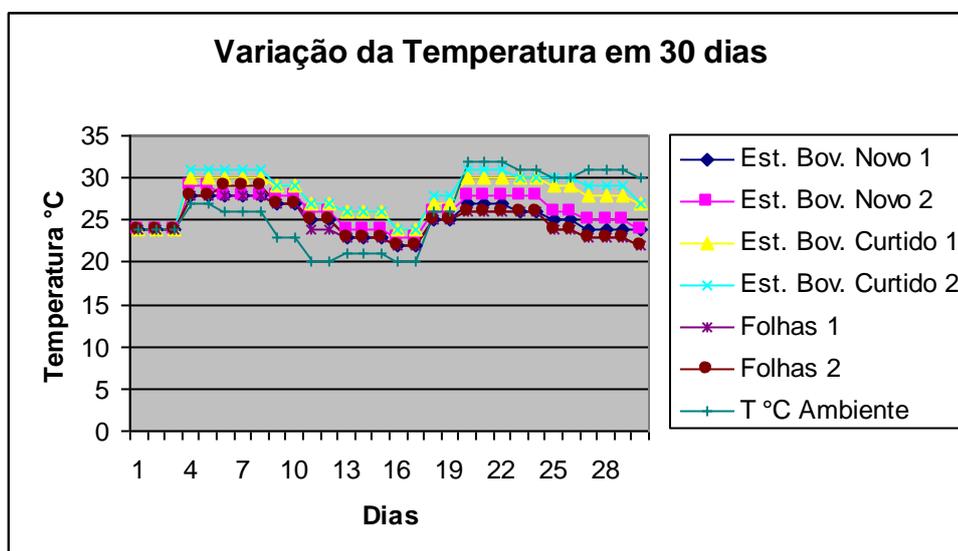


Gráfico 1: Temperatura média as seis amostras mais a temperatura ambiente

Como podem ser visualizadas no gráfico as temperaturas não atingiram a fase termofílica de 45°C a 65°C , sendo essa temperatura ideal para matar os patógenos presentes no composto. As temperaturas ficaram próximas à fase mesofílica, o que é característico de final de processo de compostagem (NETO, 1996).

Fatores que podem ter influenciado essa não elevação da temperatura foram: as folhas trituradas provenientes de podas de árvores utilizadas na compostagem já tinham mais de seis meses. As folhas devem ser utilizadas logo após a trituração das mesmas, pois é nessa fase que as temperaturas das folhas mais sobem devido

ao processo de fermentação que elas passam. Segundo Gonçalves (2006) a temperatura influi diretamente no processo de compostagem, pois se a mesma atingir a fase termofílica que é de 45 a 65°C a um aumento na atividade biológica do composto, com um intenso consumo de O₂, dessa forma, ocorre à eliminação de patógenos e sementes de ervas daninhas.

Considerando as folhas trituradas de podas de árvores usadas nessa análise já terem mais de seis meses, e, portanto, a relação C/N ser de 35,5 sendo ideal na faixa de 30 para Fernandes a relação C/N é muito importante em processos de compostagem. Pois tanto a falta de nitrogênio quanto a falta de carbono limita 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 N suficiente para a síntese de proteínas e terão seu desenvolvimento limitado. Como resultado, o processo de compostagem será mais lento.

Também outro fator que pode ter influenciado foi que por muitos dias ocorreram chuvas seguidas de dias nublados, atípicos a estação do verão em nossa região. Mesmo a compostagem sendo feita em bombonas o excesso de chuvas também pode dificultar a subida da temperatura, pois depois 20º dia quando tivemos vários dias de sol, e, portanto a temperatura ambiente passou dos 30°C, a temperatura dentro das bombonas para também subiu, ficando próxima dos 30°C para algumas amostras.

As bombonas que tinham somente folhas foram as que menos tiveram aumento de temperatura.

No gráfico 2 pode-se verificar a temperatura atingida pelas amostras de esterco bovino novo comparando com as folhas, num período de trinta dias

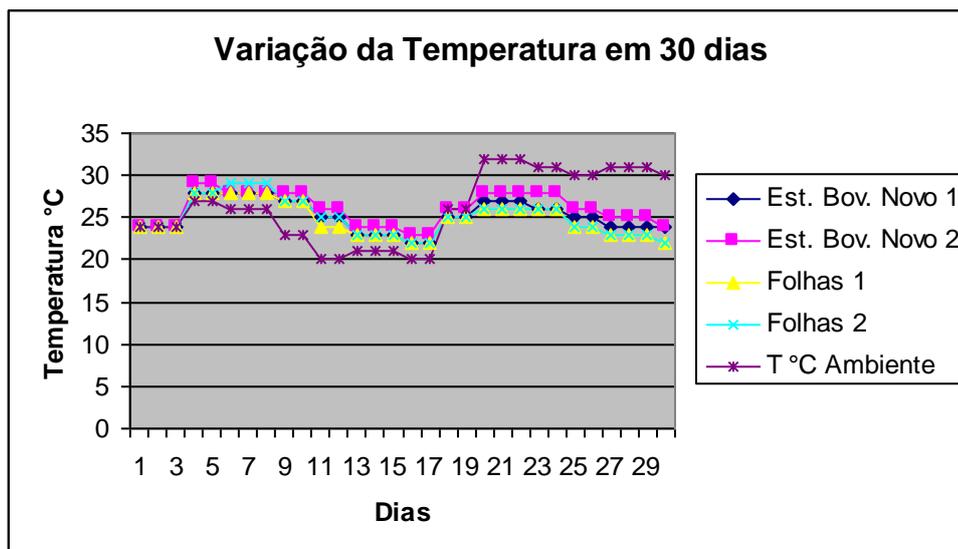


Gráfico 2: Temperatura média das amostras de esterco bovino novo, folhas, mais a temperatura ambiente.

Nesse gráfico vemos que, inicialmente, as temperaturas subiram ficando na faixa de 28°C a 30°C, mas depois devido a um longo período de chuvas, superior a dez dias, as temperaturas das amostras com esterco bovino novo, assim com as amostras só com folhas, tiveram uma queda semelhante a o que ocorreu com a temperatura ambiente. Depois do 17º dia as temperaturas voltaram a subir, mas mesmo assim não passaram dos 28°C e voltaram a cair após o 25º dia.

No gráfico 3 pode-se verificar a temperatura atingida pelas amostras de esterco bovino curtido comparando com as folhas, num período de trinta dias.

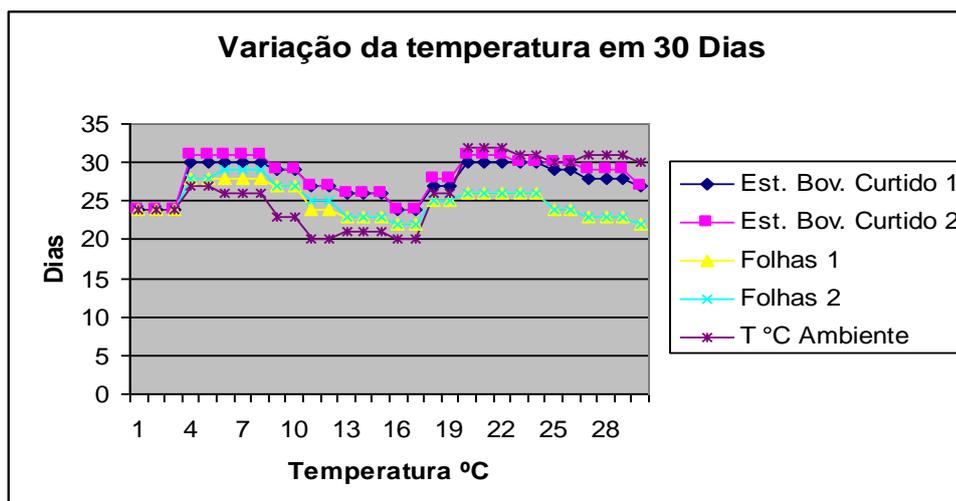


Gráfico 3: Temperatura média das amostras de esterco bovino curtido, folhas, mais a temperatura ambiente.

O gráfico mostra que há uma diferença considerável de temperatura principalmente depois do 17º dia, entre as bombonas que continham somente folhas daquelas que tinham folhas mais esterco bovino curtido. Enquanto a temperatura das folhas variou de 28°C inicialmente para 23°C no final dos trinta dias, a temperatura do esterco curtido mais folhas oscilaram de 30°C inicialmente para 24°C no período das chuvas e depois retornou a 30°C e mais para o final da análise ficou em 27°C.

Mesmo sendo feita a adição do EM-4 (Microorganismos eficientes) e ciclo de reviramento uma vez por semana não foi possível verificar interferência desses fatores em praticamente nenhuma das seis amostras analisadas. O que mais interferiu foram as condições climáticas externas.

A adição de água foi feita na primeira medição da temperatura, e depois feita a recirculação da mesma a cada medição de temperatura, como o volume de material compostado foi pouco, quantidade de água colocada pode ter sido em excesso. Para Dai Prá (2006), o alto conteúdo de água influencia diretamente nas trocas gasosas por limitando a difusão e a restrição da utilização do O₂ pelos microorganismos.

5.2 SEGUNDA ANÁLISE

Como nas amostras anteriores a temperatura não subiu o necessário para eliminar patógenos e ervas daninha, portanto, foi realizada uma nova análise, mas dessa vez apenas com esterco novo e curtido, não foi feito só com folhas porque se observou que foram as amostras que menos reagem às diferentes condições como aplicação de EM-4, aeração, adição de água, temperatura externa.

No gráfico 4 seguinte podemos avaliar a variação da temperatura por um período de 22 dias. Dessa vez a medição foi realizada no período da manhã (09h30min), para se ter menos influência da temperatura externa.

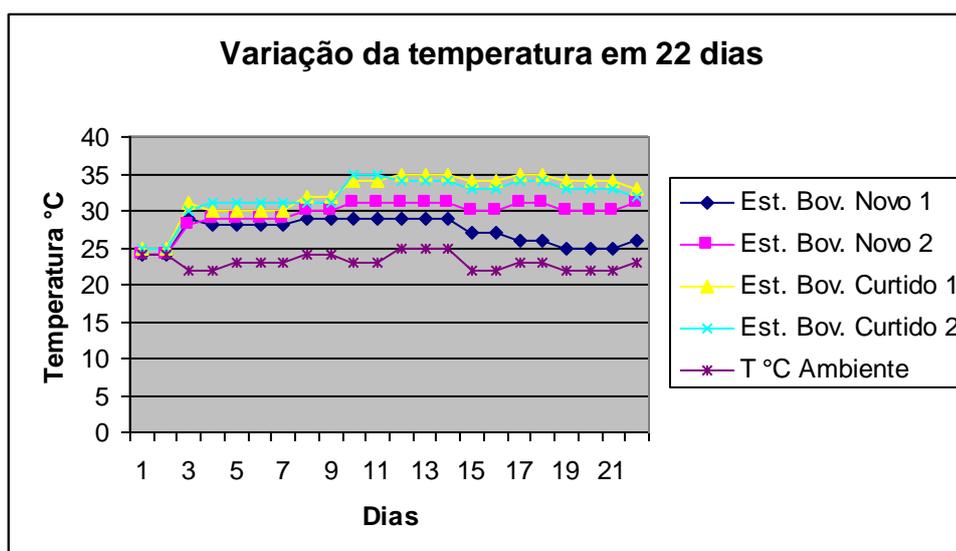


Gráfico 4: Temperatura média das quatro amostras mais a temperatura ambiente

Como se pode visualizar no gráfico as temperaturas também não atingiram a fase termofílica que é de 45°C a 65°C. Porém, nessas amostras as temperaturas subiram mais que na primeira tentativa. Mas não o ideal para matar patógenos e ervas daninha.

Fatores que podem ter influenciado essa não elevação da temperatura foram: as folhas trituradas provenientes de podas de árvores utilizadas na compostagem já tinham mais de 10 dias, ou seja, as folhas trituradas já tinham

atingido a temperatura máxima, pois é logo após a poda de árvores que as folhas trituradas passam por um período de rápida elevação da temperatura.

Também outro fator que pode ter influenciado foi o volume de material compostado ser pouco, o que também contribui para dissipação do calor. Pois o que pode ser observado é que quanto mais no interior do composto era colocado o termômetro mais a temperatura se encontrava elevada.

No gráfico 5 pode-se verificar a temperatura atingida pelas amostras de esterco bovino novo comparando com a temperatura ambiente, num período de vinte dois dias.

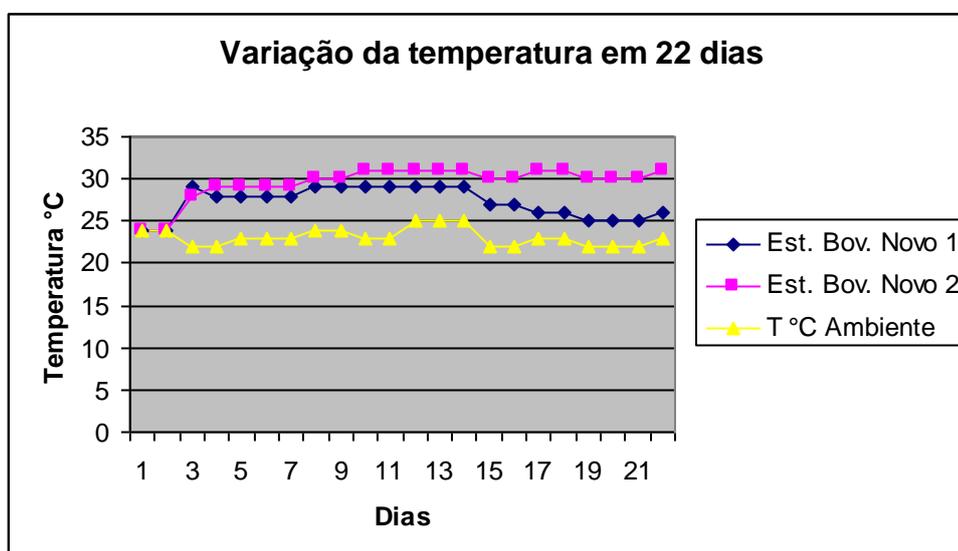


Gráfico 5: Temperatura média das amostras de esterco bovino novo, mais a temperatura ambiente.

Nesse gráfico vemos que inicialmente as temperaturas subiram ficando na faixa de 28°C a 29°C, por uma semana, depois na amostra dois a temperatura superou os 30°C, ficando nesse patamar até o final do período analisado. Já na amostra um que continha o mesmo material, apenas estava em bombona diferente, à temperatura não superou os 29°C, e vindo a cair depois 13º dia para a faixa de 25 a 26°C.

Como podemos observar independentemente, de a temperatura ambiente (externa as bombonas) variar, não teve interferência direta na elevação ou diminuição da temperatura dentro das bombonas.

No gráfico 6 pode-se verificar a temperatura atingida pelas amostras de esterco bovino curtido comparando com a temperatura ambiente, num período de vinte dois dias.

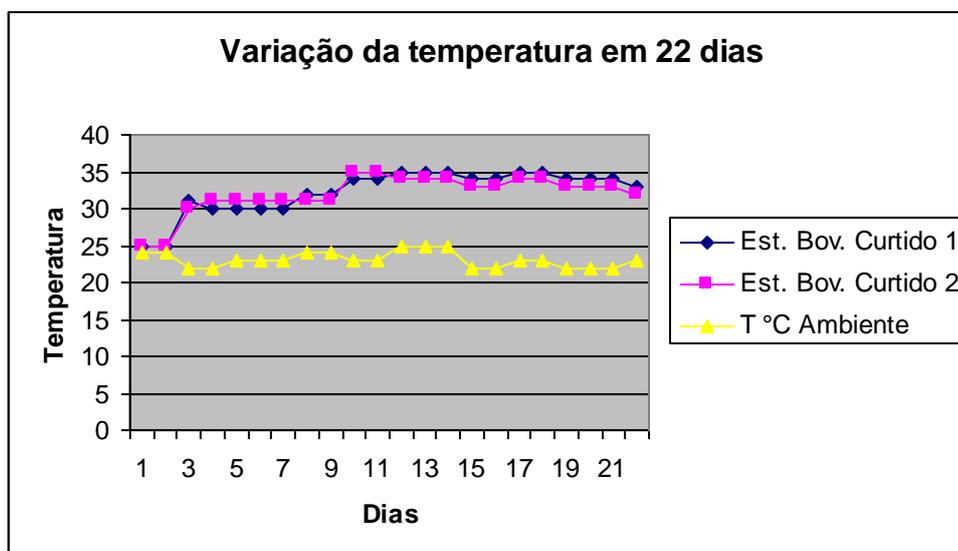


Gráfico 6: Temperatura média das amostras de esterco bovino curtido, folhas, mais a temperatura ambiente.

O gráfico mostra que inicialmente a temperatura dessas amostras ficou entre 30 a 31°C, e depois de uma semana começaram a subir atingindo 35°C, a partir desse momento a cada medição a temperatura variava entre 34 e 35°C, vindo a diminuir a partir do 20º dia.

Nessas amostras fica visível que a temperatura externa também não influenciou na temperatura interna das bombonas.

A adição do EM-4 pouco teve influencia na elevação da temperatura, ou seja, quando o mesmo era adicionado à temperatura subia um grau ou não havia alteração da mesma.

O que mais influenciou na elevação da temperatura foi de revolvimento (oxigenação) do composto feito uma vez por semana. Portanto, se a aeração fosse

realizada mais de uma vez por semana poderia elevar ainda mais a temperatura da composteira, pois estaria homogeneizando melhor à mesma. Para Neto (1996), com um ciclo de reviramento adequado propicia-se a aeração da massa, favorece a atividade microbiológica, homogeneiza a massa, favorece a degradação e exerce ações físicas de quebra das partículas do composto.

A adição de água foi feita na preparação do composto e na primeira medição da temperatura, e depois foi feito o recirculamento da mesma a cada medição de temperatura, não foi possível verificar interferência na temperatura desse fator nas amostras analisadas.

5.3 ANÁLISE DOS RESÍDUOS ORGÂNICOS

Também foram realizadas análises químicas dos materiais compostados na primeira análise e do composto pronto da segunda obtido após 22 dias de compostagem. Os resultados podem ser conferidos nas tabelas 1 e 2.

Tabela 1: Caracterização química dos resíduos utilizados para compostagem.

Amostra		N(%)	P(%)	K(%)	Ca (%)	Mg (%)	Proteína	Umidade	C(%)	pH
Folhas trituradas de podas		1,08	0,09	0,34	0,72	0,31	6,75	9,14	38,36	7,00
Esterco bovino novo		0,89	0,21	0,62	0,17	0,14	5,58	73,96	17,92	8,04
Esterco bovino curtido		0,46	0,29	0,62	0,58	0,12	2,89	6,62	16,12	6,99

Fonte: Laboratório de Solos – Pato Branco – 2010

A relação C/N foi de 35,5 para as folhas, 20,1 para o esterco bovino novo e 35 para o esterco bovino curtido. A umidade e o pH do esterco bovino novo apresentaram valores mais elevados quando comparado com o das folhas e do esterco bovino curtido.

Tabela 2: Caracterização química do composto obtido após 22 dias de compostagem.

Amostra	N(%)	P(%)	K(%)	Ca (%)	Mg (%)	Proteína	Umidade	C(%)	pH
Esterco bovino novo + folhas 1	0,36	0,16	0,06	0,37	0,11	2,23	84,67	21,74	7,50
Esterco bovino novo + folhas 2	0,36	0,16	0,06	0,16	0,13	2,23	78,97	20,57	7,50
Esterco bovino curtido + folhas 3	0,71	0,26	0,34	0,30	0,18	4,47	69,67	20,18	7,30
Esterco bovino curtido+ folhas 4	0,36	0,29	0,34	0,14	0,18	2,23	62,63	24,27	7,40

Fonte: Laboratório de Solos – Pato Branco – 2011

Como pode ser visto na tabela 2 pH das amostras com esterco novo está dentro da faixa ideal para composto pronto, que segundo Neto (1996) e de 7,5 a 9,0. Já para as amostras 3 e 4 ficou ligeiramente abaixo.

A relação C/N das amostras 1, 2 e 4 ficou alta, apenas a amostra 3 apresentou uma relação C/N menor em torno de 35, mas bem longe do ideal para um composto pronto segundo Kiehl (1998), que é de 12/1.

Segundo Fialho (2007), a eficiência do processo de compostagem depende muito do substrato. Considera-se a relação C/N na faixa de 25 a 40 como valores ótimos para o início do processo de compostagem. No entanto alguns resíduos com ótima relação C/N podem conter uma grande proporção de lignina e/ou celulose e não sofrer muitas mudanças no processo de compostagem. Exemplo disso são os resíduos de plantas celulose, hemicelulose e lignina, sendo este o mais difícil de ser degradado.

Os elevados teores de umidade, na massa de compostagem como podem ser verificados nos resultados da tabela 2, promovem a aglutinação de partículas, o que baixa a resistência estrutural da leira, restringindo sobremaneira a difusão de oxigênio. Este fato reduz a temperatura média da leira (para faixa mesofílica de 20 a 40°C) e a concentração de oxigênio para valores menores que 5%. Ocorrendo esses problemas, a velocidade de degradação da matéria orgânica diminuirá, e condições anaeróbicas se instalarão na massa de compostagem acarretando todas suas conseqüências indesejáveis: odores (amostras com esterco bovino novo),

atração de vetores, chorume, etc.

Quanto ao experimento no qual o teor de umidade controlado foi superior a 80%, a compostagem se processou a maior parte do tempo, sob condições anaeróbias, gerando lixiviados (chorume) e odor. Segundo Neto e Lelis (20° CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL), o teor de umidade elevado, além de tornar a operação de reviramento mais difícil e praticamente sem utilidade, fez com que o material apresentasse temperaturas termófilas por um reduzido período de tempo.

5.4 ANÁLISE DE SALMONELA

Nas figuras abaixo podemos verificar o resultado para a análise de salmonela.

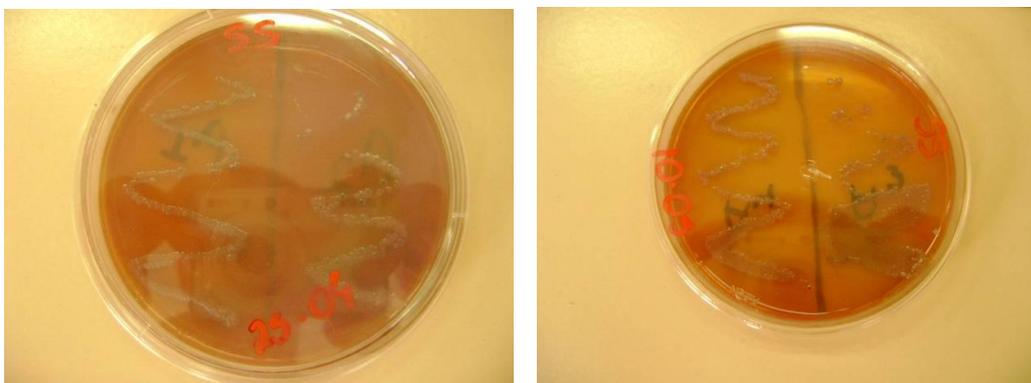


Figura 08: resultado das 4 amostras – duas esterco bovino novo + folhas e duas de esterco bovino curtido + folhas

Conforme pode ser visualizado nas placas, as 4 amostras deram negativo para a presença de *Salmonella* sp. Isso não quer dizer que a temperatura atingida nas bombonas eliminou a salmonela, e sim, que não havia presença da mesma nos materiais compostados, porque elas podem ter morrido no aquecimento anterior à compostagem. Pois segundo Neto (1996), a temperatura essencial para eliminar os microorganismos patogênicos deveria variar entre 45°C a 65°C (fase termofílica).

CONCLUSÃO

As conclusões que podem ser tiradas desse estudo que após a análise de todos os gráficos e tabelas é que o composto obtido na amostra 3 ficou no estado semi-curado, apresentando a relação C/N 28,4 o mesmo pode apenas ser usado no fundo sulcos para plantio. As demais amostras 1, 2 e 4 apresentaram relação C/N 60,4, 57,1 e 67,4 respectivamente, sendo assim, as mesmas devem ser novamente compostadas.

A aeração foi realizada e a temperatura foi controlada sendo que se manteve na fase mesofílica. O pH final das quatro amostras ficou entre 7,3 e 7,5 e a umidade variou entre 62,63 e 84,67.

Não houve presença de salmonella *sp.* no composto.

REFERÊNCIAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR10004: Resíduos Sólidos – Classificação.** Disponível em: <http://www.aslaa.com.br/legislacoes/NBR%20n%2010004-2004.pdf>. Acesso em: 02 maio 2011.

ALMEIDA, Maria L. O. da. VILHENA, André. **Lixo municipal: manual de gerenciamento Integrado.** São Paulo: IPT/CEMPRE, 2000.

BARATTA JUNIOR, Almir P. **Utilização do composto de resíduos da poda da arborização urbana em substratos para produção de mudas.** 2007. Disponível em: <http://www.if.ufrj.br/pgcaf/pdfdt/Dissertacao%20Alamir%20Baratta.pdf>. Acesso em: 02 maio 2011.

BARATTA JUNIOR, Almir P. Magalhães, Luis M. S. **Aproveitamento de resíduos de podas de arvores da cidade do Rio de Janeiro para compostagem.** 2010. Disponível em: http://www.unemat.br/revistas/rcaa/docs/vol8/11_artigo_v8.pdf. Acesso em: 02 maio 2011.

CADERNO dos Microorganismos Eficientes (EM). **Instruções práticas sobre o uso ecológico e social do EM.** Viçosa: UFV, 2009.

CAMPBELL, Stu. **Manual de Compostagem para hortas e jardins: como aproveitar bem o lixo orgânico doméstico.** São Paulo: Nobel, 1995.

CORTEZ, Cristiane Lima; *et al.* **Compostagem de resíduos de poda urbana.** 2008. Disponível em: http://cenbio.iee.usp.br/download/documentos/notatecnica_ix.pdf. Acesso em: 02 maio 2011.

CORTEZ, Juan Waldir Mendoza. **Esterco de bovino e nitrogênio na cultura de rabanete.** 2009. Disponível em <http://www.fcav.unesp.br/download/pgtrabs/pv/m/3777.pdf>. Acesso em: 02 maio. 2011.

DAI PRÁ, Marcos Antonio. **Desenvolvimento de um sistema de compostagem para o tratamento de dejetos de suínos.** 2006. Disponível em: http://www.ufpel.tche.br/faem/zootecnia/dissertacoes_teses/resumos/msc/Dai_Pra.pdf. Acesso em 21 mar. 2011.

DIDONE, Francisco R. A. **Conceitos básicos de resíduos sólidos.** São Carlos: São Paulo, 1999.

FIALHO, Lucimar Lopes. **Caracterização da matéria orgânica em processo de compostagem por métodos convencionais e espectroscópicos.** 2007. Disponível em <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/75/75132/tde.../LucimarLFialho.pdf>. Acesso em: 05 maio 2011.

FERNANDES, Fernando; SILVA, Sandra Márcia Cesário Pereira Da. **Manual prático para a compostagem de Biossólidos.** Disponível em: <http://www.finep.gov.br/prosab/livros/Livro%20Compostagem.pdf>. Acesso em 30 mar. 2011.

GONÇALVES, Vanessa Parpinelli. **Eliminação de escherichia coli shigatoxigênica Não-o157 em compostagem de esterco bovino.** 2006. Disponível em: <http://www.fcav.unesp.br/download/pgtrabs/micro/d/1346.pdf>. Acesso em 30 mar. 2011.

HINTERHOLZ, Bruna; GOMES, Márcio Luiz Pinheiro. **Aplicação de diferentes fontes de esterco na compostagem de resíduos de poda de árvores do município de Medianeira - PR. 2010.** Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curso Superior de Tecnologia em Gestão Ambiental, Medianeira, 2010.

KIEHL, Edmar José. **Manual de Compostagem.** Maturação e Qualidade do Composto. Piracicaba, 1998.

LOUREIRO, Diego Campana, *et al.* **Compostagem e vermicompostagem de resíduos domiciliares com esterco bovino para a produção de insumo orgânico.** 2007. Disponível em <http://www.scielo.br/pdf/pab/v42n7/18.pdf>. Acessado em : 26 mar. 2011.

NETO, João Tinoco Pereira. **Manual de Compostagem.** Processo de Baixo Custo. Belo Horizonte: UNICEF, 1996.

NETO, João Tinoco Pereira; LELIS, Marcelo de Paula Neves. Importância da umidade na compostagem: uma contribuição ao estado da arte. In: 20º CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 1999, Rio de Janeiro. **Anais Eletrônicos...** Disponível em: <http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/brasil20/iii-010.pdf>. Acesso em: 09 jun. 2011.

SILVA, Neusely. **Manual de Métodos da Análise Microbiológica de Alimentos.** São Paulo: Varela, 1997.

VILLELA, Neco Torquato. **EM - Microorganismos Eficazes.** 2006. Disponível em <http://mungoverde.blogspot.com/2006/11/em-microorganismos-eficazes.html>. Acesso em: 15 jan. 2011.

APÊNDICES

APÊNDICE A - Planilha da 1ª análise: controle de temperatura, adição de EM-4, ciclo de aeração/reviramento, adição/recirculamento de água.

Est. Bovino Novo 1	Est. Bovino Novo 2	Est. Bovino Curtido 1	Est. Bovino Curtido 2	Folhas 1	Folhas 2	T °C Ambiente	Dia	Medição da T°C	Aeração/Reviramento	EM	Água (adição+Recirculamento)
24	24	24	24	24	24	24	1	Sexta		Ok	Ok
24	24	24	24	24	24	24	2				
24	24	24	24	24	24	24	3				
28	29	30	31	28	28	27	4	Segunda			Ok
28	29	30	31	28	28	27	5				
28	28	30	31	28	29	26	6	Quarta		Ok	Ok
28	28	30	31	28	29	26	7				
28	28	30	31	28	29	26	8				
27	28	29	29	27	27	23	9	Sábado	Ok		Ok
27	28	29	29	27	27	23	10				
25	26	27	27	24	25	20	11	Segunda			Ok
25	26	27	27	24	25	20	12				
23	24	26	26	23	23	21	13	Quarta		Ok	OK
23	24	26	26	23	23	21	14				
23	24	26	26	23	23	21	15				
22	23	24	24	22	22	20	16	Sábado	Ok		Ok
22	23	24	24	22	22	20	17				
25	26	27	28	25	25	26	18	Segunda			Ok
25	26	27	28	25	25	26	19				
27	28	30	31	26	26	32	20	Quarta		Ok	Ok
27	28	30	31	26	26	32	21				
27	28	30	31	26	26	32	22				
26	28	30	30	26	26	31	23	Sábado	Ok		Ok
26	28	30	30	26	26	31	24				
25	26	29	30	24	24	30	25	Segunda			Ok
25	26	29	30	24	24	30	26				
24	25	28	29	23	23	31	27	Quarta		Ok	Ok
24	25	28	29	23	23	31	28				
24	25	28	29	23	23	31	29				
24	24	27	27	22	22	30	30	Sábado	Ok		Ok

APÊNDICE B - Planilha da 2ª análise: controle de temperatura, adição de EM-4, ciclo de aeração/reviramento, adição/recirculamento de água.

Est. Bovino Novo 1	Est. Bovino Novo 2	Est. Bovino Curtido 1	Est. Bovino Curtido 2	T °C Ambiente	Dias	Medição da T°C	Aeração/Reviramento	EM	Água (adição+Recirculamento)
24	24	25	25	24	1	Terça			Ok
24	24	25	25	24	2				
29	28	31	30	22	3	Quinta			
28	29	30	31	22	4				
28	29	30	31	23	5	Sábado		Ok	Ok
28	29	30	31	23	6				
28	29	30	31	23	7				
29	30	32	31	24	8	Terça	Ok	Ok	Ok
29	30	32	31	24	9				
29	31	34	35	23	10	Quinta		Ok	Ok
29	31	34	35	23	11				
29	31	35	34	25	12	Sábado		Ok	Ok
29	31	35	34	25	13				
29	31	35	34	25	14				
27	30	34	33	22	15	Terça	Ok	Ok	Ok
27	30	34	33	22	16				
26	31	35	34	23	17	Quinta		Ok	Ok
26	31	35	34	23	18				
25	30	34	33	22	19	Sábado		Ok	Ok
25	30	34	33	22	20				
25	30	34	33	22	21				
26	31	33	32	23	22	Terça	Ok	Ok	Ok