

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ**  
**CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM GESTÃO AMBIENTAL**

**TACIANE PUPO DE MORAES**

**ESTUDO DOS ASPECTOS FÍSICO-QUÍMICOS DA**  
**COMPOSTAGEM À BASE DA CASCA DE MANDIOCA**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**MEDIANEIRA**

**2014**

**TACIANE PUPO DE MORAES**

**ESTUDO DOS ASPECTOS FÍSICO-QUÍMICOS DA  
COMPOSTAGEM À BASE DA CASCA DE MANDIOCA**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado como requisito parcial à  
obtenção do título de Tecnólogo em  
Gestão Ambiental, da Universidade  
Tecnológica Federal do Paraná,  
Campus Medianeira.

Orientador: Prof. Dr. Fernando  
Periotto

**MEDIANEIRA**

**2014**

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço, primeiro a Deus, por ter me concedido o dom da vida.

Aos meus pais, pela educação e exemplos aprendidos, e por todo o apoio neste momento importante.

Agradeço ao meu orientador Prof. Fernando Periotto, pelo acompanhamento, pela sabedoria e apoio na elaboração do trabalho, pela paciência, incentivo, orientação nos momentos difíceis.

Agradeço à Universidade Tecnológica Federal do Paraná, pela oportunidade de realizar o curso, e a todos os colaboradores desta Instituição de ensino.

A todos, que colaboraram para a realização deste trabalho.

O temor do Senhor é o princípio do  
conhecimento, mas os insensatos  
desprezam a sabedoria e a disciplina  
**(Provérbios 1:7)**

## RESUMO

MORAES, Taciane P. **Estudo dos aspectos físico-químicos da compostagem a base da casca de mandioca**. 2014. 43. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia em Gestão Ambiental). Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Medianeira. 2014.

A utilização do composto orgânico proporciona benefícios como, melhoria da estrutura do solo, acréscimo da atividade microbiana, incremento na ciclagem de nutrientes, contribuindo para a fertilidade do solo. Assim sendo, o objetivo desse estudo foi verificar a viabilidade do reaproveitamento de resíduos orgânicos na área agrícola, por meio da compostagem da casca de mandioca, da serragem, do esterco bovino e folhas verdes. Para a compostagem, foram realizados três tratamentos e duas repetições. O tratamento 1 que compreendeu 100% de casca de mandioca, o tratamento 2, compreendeu 70% casca de mandioca e 30% de serragem, o tratamento 3, compreendeu 60% de casca de mandioca, 20% de serragem e 20% de esterco. As leiras foram montadas em um sistema aberto estático, com revolvimentos a cada sete dias. Aos 34 dias, 67 dias, 97 dias e 122 dias realizou-se a medição da temperatura e coletas das amostras para a medição de pH. Na última coleta para amostragem, aos 122 dias, determinou-se a umidade que atingiu os padrões para os três tratamentos. Com 125 dias, as análises determinaram os teores de macro e micronutrientes. Dentre os três tratamentos, o composto do tratamento 3 apenas, atingiu a maturação completa, estando adequado para uso agrícola. Por meio dos resultados obtidos, foi possível concluir que as baixas temperaturas podem ter influenciado na decomposição dos tratamentos.

**Palavras-chave:** Resíduos vegetais. Reaproveitamento. Maturação.

## ABSTRACT

MORAES, Taciane P. **Examination of physical and chemical aspects of composting from cassava peel.** 2014. 43 sheets. Course Conclusion Paper. Environmental Management Technology. Federal Technology University - Parana. Medianeira. 2014.

The use of organic compost provides benefits such as, improved soil structure, increased microbial activity, increase in nutrient cycling, contributing to soil fertility. Therefore, the aim of this study was to verify the feasibility of reuse of organic waste in agriculture through composting of cassava peel, sawdust, cow manure and green leaves. For composting, three treatments and two replications. The treatment 1 was composed by 100% cassava peel, the treatment 2, was composed by 70% cassava peel and 30% sawdust, the treatment 3 was composed by 60% cassava peel, 20% sawdust and 20% cow manure. The windrows mounted on a static open system, with turnings every seven days each. At 34 days 67 days 97 days and 122 days was measured the temperature and collected samples for the measurement of pH. The last collection for sampling at 122 days was determined and moisture that reach the standard for the three treatments. With 125 days, the analyzes determine the contents of macro and micronutrients. Among three treatments, the treatment 3 was the only one that reached complete maturation, being suitable for agricultural use. Through the results, was possible to conclude, that low temperatures, can affected the decomposition of the compound.

**Keywords:** Vegetable waste. Reuse. Maturation.

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – FASES DA COMPOSTAGEM.....	20
FIGURA 2 – FASES DE DECOMPOSIÇÃO DA MATÉRIA ORGÂNICA CONFORME A RELAÇÃO C/N .....	21
FIGURA 3 - VARIAÇÃO DE pH NA LEIRA DE COMPOSTAGEM .....	22
FIGURA 4 – TRATAMENTOS a)T1A, b) T1B, c) T2A, d) T2B, e)T3A, f)T3B	30
FIGURA 5 - DETERMINAÇÃO DA UMIDADE a) mufla, b) estufa, c) dessecador .....	31
FIGURA 6 – DILUIÇÃO EM ÁGUA PARA MEDIÇÃO DO pH .....	31
FIGURA 7 – CRESCIMENTO DE FUNGOS NO COMPOSTO 3B .....	35
FIGURA 8 – TESTE DE UMIDADE .....	36
FIGURA 9 – TESTE DA MÃO a) T1, b) T2, c) T3 .....	37
Figura 10 - COMPOSTO 120 DIAS a) T1, b) T2, c) T3.....	40

## LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 - ESPECIFICAÇÕES DOS FERTILIZANTES .....	25
QUADRO 2 – PORCENTAGEM DE MACRONUTRIENTES NO COMPOSTO ORGÂNICO.....	26
QUADRO 3 – COMPOSIÇÃO DE ALGUNS RESTOS VEGETAIS.....	27
QUADRO 4 – RESULTADO ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS .....	38

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Controle da temperatura .....	34
Gráfico 2. Controle pH (A) .....	35

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>13</b>
<b>2 OBJETIVOS</b> .....	<b>14</b>
2.1 OBJETIVOS GERAIS.....	14
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	14
<b>3 REVISÃO DA LITERATURA</b> .....	<b>15</b>
3.1 RESÍDUOS SÓLIDOS.....	15
3.1.1 Resíduos orgânicos.....	16
3.2. COMPOSTAGEM.....	17
3.2.1 Fatores que influenciam na compostagem.....	18
3.2.1.1 Aeração .....	18
3.2.1.2 Umidade .....	19
3.2.1.3 Temperatura .....	19
3.2.1.4 Relação carbono/nitrogênio.....	20
3.2.1.5 pH.....	21
3.2.1.6 Tamanho da partícula.....	22
3.2.1.7 Microrganismos .....	22
3.3 CONTROLE DAS LEIRAS DE COMPOSTAGEM.....	23
3.3.1 Produção de chorume .....	23
3.3.2 Odor .....	23
3.4 LEGISLAÇÕES PARA UTILIZAÇÃO DE FERTILIZANTE ORGÂNICO .....	24
3.4.1 Decreto 86.955 de 18 de fevereiro de 1982 .....	24
3.4.2 Portaria 84, de 29 de março de 1981 .....	25
3.5 MATÉRIA ORGÂNICA .....	26
3.6 APLICAÇÃO DOS COMPOSTOS.....	27
3.6.1 Utilização na agricultura .....	27
<b>4 MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	<b>29</b>
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>33</b>
5.1 TEMPERATURA .....	33
5.2 p H.....	34
5.3 UMIDADE.....	36
5.4 MATÉRIA ORGÂNICA .....	37

5.5 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS DOS COMPOSTOS .....	38
<b>6 CONCLUSÃO .....</b>	<b>41</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>42</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Para entender os processos que levam à geração de resíduos sólidos, é preciso lembrar a Lei da Conservação de Massa e Energia estabelecida pelo químico Lavoisier: “Na natureza nada se cria, nada se perde, tudo se transforma”. Dessa maneira é possível compreender a transformação dos recursos naturais e matéria-prima em bens de consumo, como não é possível a obtenção de 100% do produto final, gerando resíduos, em conjunto com os bens de consumo fabricados para durar menos, voltando ao meio ambiente como lixo (Rocha, 2009).

Os rejeitos depositados no solo geram gases, fumaça e odores desagradáveis, além de riscos à saúde pública a contaminações dos lençóis freáticos, das águas, do solo e do ar pelos lixões (Barros, 2012).

O composto obtido a partir da parcela orgânica pode ser usado como condicionador de solos, apresentando-se como fonte de macro e micronutrientes para as plantas em geral. (Bidone, 1999).

Fazer a gestão dos resíduos sólidos urbanos é imprescindível para a sustentabilidade dos recursos naturais, reciclando e reutilizando materiais para utilizar menor volume de recursos e destinar de maneira ótima os resíduos orgânicos, os quais ocasionam diversos problemas nos aterros a céu aberto, mas podem tornarem-se alternativas ecológicas, podendo substituir o uso de fertilizantes químicos, podendo ser destinados à produção de alimentos orgânicos e outros usos agrícolas, trazendo melhorias para a estrutura do solo, com alta atividade microbiana e ciclagem de nutrientes.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVOGERAL**

Avaliar aspectos físicos e químicos da compostagem de resíduos orgânicos vegetais, à base da casca de mandioca.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Efetuar o monitoramento da temperatura pH e umidade dos compostos em decomposição em um período de 120 dias;

Comparar os três tratamentos, avaliando as diferenças físico-químicas, teores de macro e micronutrientes e matéria orgânica.

### 3 REVISÃO DA LITERATURA

#### 3.1 RESÍDUOS SÓLIDOS

A geração de resíduos depende de fatores culturais, nível e hábito de consumo, rendas e padrões de vida das populações, fatores climáticos e das características de sexo e idade dos grupos populacionais. Está vinculada diretamente à origem dos resíduos e é função das atividades básicas de manutenção de vida (Bidone, 1999).

É denominado lixo os restos das atividades humanas considerados pelos grandes gestores como inúteis, indesejáveis ou descartáveis. Mais recentemente, em lugar da designação de lixo tem sido utilizado o termo resíduo sólido (Rocha, 2009).

Segundo a ABRELPE (2013), a geração total de resíduos sólidos urbanos no Brasil em 2013 foi de 76.387.200 toneladas, o que representa um aumento de 4,1%, índice que é superior à taxa de crescimento populacional no país no período, que foi de 3,7%.

O resíduo pode ser classificado em função da natureza física, composição, periculosidade e origem. (ABNT, 2004).

Em relação à periculosidade (riscos potenciais à saúde e ao ambiente), segundo a Norma Brasileira NBR 10.004, os resíduos sólidos podem ser classificados em Classe I (perigosos), Classe II a (não-inertes) e II b (inertes).

a) Classe I (Perigosos): Todo resíduo sólido ou mistura de resíduos sólidos que, em função de suas propriedades físicas, químicas ou infectocontagiosas, podem:

-apresentar risco à saúde pública, provocando mortalidade, incidência de doenças ou aumentando seus índices;

-apresentar riscos ao ambiente, quando o resíduo for gerenciado de forma inadequada;

-apresentar, pelo menos, uma das características: inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade, ou patogenicidade.

b) Classe II A (Não-inertes): todo o resíduo sólido ou mistura de resíduos sólidos que têm propriedades como inflamabilidade,

biodegradabilidade ou solubilidade em água, porém, não se enquadram como resíduos Classe I ou II B.

c) Classe II B (Inertes): Todo resíduo sólido ou mistura de resíduos sólidos que, submetido ao teste de solubilidade (Solubilidade de Resíduos Sólidos – Método de Ensaio – NBR 10.006), não teve nenhum de seus constituintes solubilizados em concentrações superiores aos padrões de potabilidade da água (exceto quanto a aspectos, cor, turbidez e sabor).

A técnica mais utilizada para destinação final é o aterramento para disposição final na maioria dos municípios brasileiros. A maioria dos casos encontrados na virada do século foram lixões a céu aberto, um simples descarte do lixo sem controle e as prefeituras ainda optam por esta solução mais barata e simples (Barros, 2012).

### 3.1.1 RESÍDUOS ORGÂNICOS

O resíduo sólido orgânico representa cerca de 50% do lixo destinado nos aterros em países como Brasil, México e Índia, indicando baixo consumo de produtos industrializados comparados a outros países, indicando também grande desperdício de seus alimentos. Em países como Estados Unidos e Japão, apresentam baixa composição de matéria orgânica em cerca de 30% (Rocha, 2009).

O resíduo orgânico produz chorume devido a sua composição, quando enterrados nos aterros, o problema não está completamente solucionado, pois pode ser lixiviado e contaminar o solo e também lençóis freáticos. Quando disposto em céu aberto o chorume pode causar não apenas risco ambiental, mas também risco à saúde dos catadores que estão trabalhando, atraindo vetores e causando doenças. Produz gás metano, gás sulfídrico, gás carbônico, poluindo a atmosfera contribuindo para o efeito estufa (Valle, 2012).

Para dar destino aos resíduos sólidos, existem duas alternativas que são melhores que simplesmente dispor desordenadamente o lixo em aterros ou descartar em lixões. A primeira delas é segregação na fonte com destino à reciclagem e também a compostagem. A segunda alternativa é incinerar visando à redução de seu volume e à sua inertização, se possível com recuperação de energia (Barros, 2012).

### 3.2 COMPOSTAGEM

Segundo Bidone (1999), compostagem é um processo aeróbio e controlado de transformação de resíduos orgânicos em resíduos estabilizados, com propriedades e características completamente diferentes do material que lhe deu origem.

Para KIEHL (1985), a compostagem é um processo de decomposição aeróbica, em que há desprendimento de gás carbônico, água – na forma de vapor – e energia por causa da ação dos microrganismos. Parte da energia é usada pelos microrganismos para crescimento e movimento, e a restante é liberada como calor, que se procura conservar na pilha de compostagem. Como resultado, a pilha atinge uma temperatura elevada, resfria e atinge o estágio de maturação.

No processo de compostagem ocorre a decomposição da matéria orgânica, onde o composto maturado não está mais sujeito a putrefações, na presença de microrganismos, umidade e oxigênio, levando à transformação de carboidratos, lipídeos, proteínas, celulose, ligninas dentre outros, em um composto pronto para ser aplicado no solo (Rocha, 2009).

As vantagens do composto produzido são:

- A retenção da umidade do solo, aumentando a permeabilidade e a porosidade, e melhorando as condições de aeração e drenagem;
- A prevenção da erosão e de lixiviação de nutrientes e minerais;
- A melhoria das propriedades biológicas do sistema pedológico solo-microrganismos-raízes, pois aperfeiçoa a, microestrutura e aumenta a sua agregação (é agente cimentante);
- Poder de tamponamento;
- O fornecimento de macro nutrientes (N,P,K) e de elementos-traço (micronutriente: Fe, Zn, Cu, etc.) (Valle, 2009).

Segundo Rocha (2009), a compostagem pode ocorrer de maneira natural ou em um processo acelerado. No processo natural, a matéria orgânica é levada para um pátio e disposta em pilhas, onde a aeração necessária depende de revolvimentos periódicos. O processo aeróbio natural leva de 2 a 6 meses.

Na primeira fase da compostagem, ocorre a elevação da temperatura indicando que a decomposição iniciou-se, denominada fase de temperatura termófila. Devido às altas temperaturas, entre 50-55°C é possível eliminar microrganismos patogênicos. A fase de maturação/humificação ocorre na faixa de temperatura mesófila, a temperatura cai na faixa de 25-30°C. O composto adquire as desejáveis propriedades físicas, químicas, físico-químicas e biológicas (Kiehl, 1998).

O processo pode ser classificado de acordo com as condições que é conduzido FLAUZINO (2011:17):

- Aeração: aeróbio, anaeróbio ou misto;
- Temperatura: criofílico, mesofílico ou termofílico;
- Relação com o meio: aberto ou fechado;
- Revolvimento: estático ou dinâmico.

### 3.2.1 Fatores que influenciam na compostagem

A transformação da matéria orgânica crua ao estado de matéria orgânica humificada, ocorre pela ação de micro-organismos que participam do processo, assim é influenciada por todos os fatores que afetam a atividade dos mesmos (BIDONE, 1999).

#### 3.2.1.1 Aeração

O ambiente aeróbio é o mais indicado para a compostagem, gera um processo mais rápido e sem a produção de mau cheiro e proliferação de moscas. Pode ocorrer também em ambiente anaeróbio. (Pode ocorrer manualmente ou por insuflamento de ar). Na superfície possui cerca de 20% de oxigênio e vai diminuindo até o centro da pilha (Bidone, 1999).

As pilhas do composto podem ser arejadas por meio de revolvimentos manuais, fazendo com que as camadas externas

passem a ocupar as partes internas. A boa aeração é importante para a oxidação biológica do carbono dos resíduos, acelerando o processo aeróbio (Kiehl, 1985).

### 3.2.1.2 Umidade

É importante buscar o equilíbrio água/ar, mantendo o material em processamento com um teor de umidade em torno de 55%. Umidades superiores a 60% levam a anaerobiose e inferiores a 40% reduzem significativamente a atividade microbiana (Bidone, 1999).

Sendo a compostagem um processo biológico de decomposição de matéria orgânica, a água é imprescindível para as necessidades fisiológicas dos microrganismos, ao proceder revolvimentos deve-se misturar camadas externas mais secas, com as camadas internas mais úmidas (Kiehl, 1985).

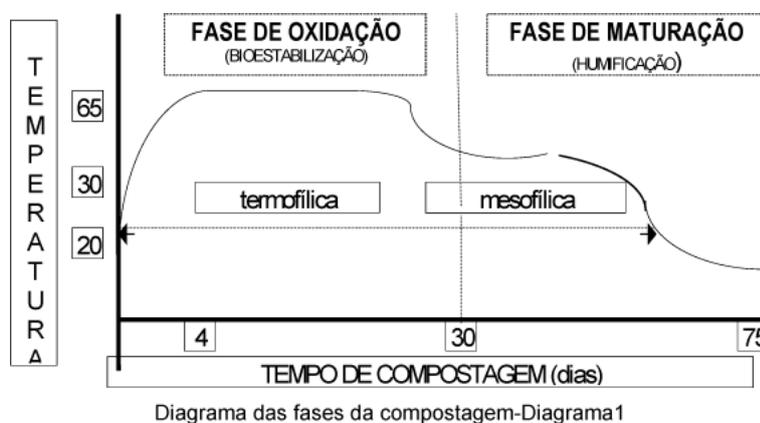
### 3.2.1.3 Temperatura

Deve realizar-se nas faixas mesófilas (45 °C a 55°C), e termófilas (acima de 55°C). O metabolismo dos microrganismos é exotérmico, por isso enquanto os microrganismos degradam a matéria, o aquecimento das leiras ocorre naturalmente (Bidone, 1999). Para Kiehl (1985), a manutenção da temperatura é importante, pois certos grupos de organismos têm uma temperatura ótima de desenvolvimento, que variação para mais ou para menos, provoca uma redução da população e de atividade metabólica.

A formação de metano ocorre em uma faixa extensa de temperatura, entre 0 e 97°. Investigações realizadas em reatores de mistura completa, com a temperatura variando de 30 °C a 60 °C, mostraram duas temperaturas ótimas de digestão, 42 °C para o estágio mesofílico e 60 °C para o estágio termofílico, apresentado maior rendimento (Bidone, 1999).

As faixas de temperatura, segundo Bidone (1999), podem ser classificadas em criofílica, próxima ou inferior a temperatura ambiente, mesofílica de 30 °C a

50 °C e termofílica de 50 °C a 70 °C. A figura 1 mostra as fases de decomposição de acordo com a temperatura.



**Figura 1 - Fases da compostagem**

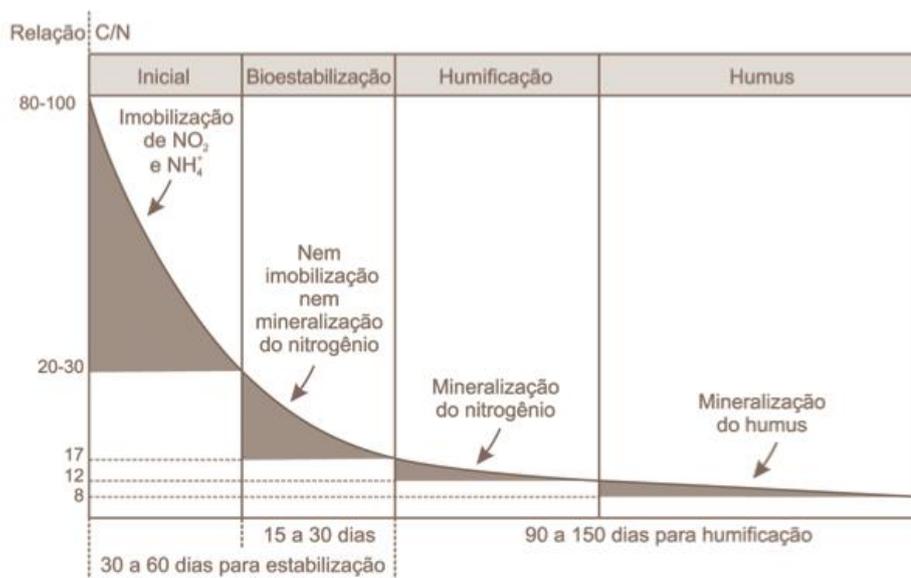
Fonte: Portal resíduos sólidos (KIEHL, 1985, adaptado) (2014).

#### 3.2.1.4 Relação carbono/nitrogênio

Os microorganismos absorvem elementos Carbono e Nitrogênio na proporção de 30:1. O carbono é utilizado como fonte de energia, o nitrogênio é assimilado na estrutura. Quando a proporção for mais elevada que 60:1 por exemplo, os microorganismos utilizam o nitrogênio mineral do solo ou dos organismos que morrem –  $\text{NO}_3$  e  $\text{NH}_3$  – transformando-o em nitrogênio orgânico (Bidone, 1999).

Segundo KIEHL (1985), Os microorganismos reciclam o nitrogênio dos que morrem, retiram nitrogênio do solo de forma nítrica ou amoniacal, procurando com isso reduzir mais rapidamente a elevada relação C/N. Os organismos “emprestam” o nitrogênio do solo, pois quando o excesso de carbono for eliminado a matéria húmica está sendo mineralizada, ou seja, o nitrogênio orgânico estará se transformando em nitrogênio mineral solúvel, disponível para as raízes.

A figura 2 mostra a transformação do nitrogênio, e a estabilização do carbono ao longo da decomposição, atingindo ao final do processo a humificação com a relação carbono/nitrogênio estabilizada.



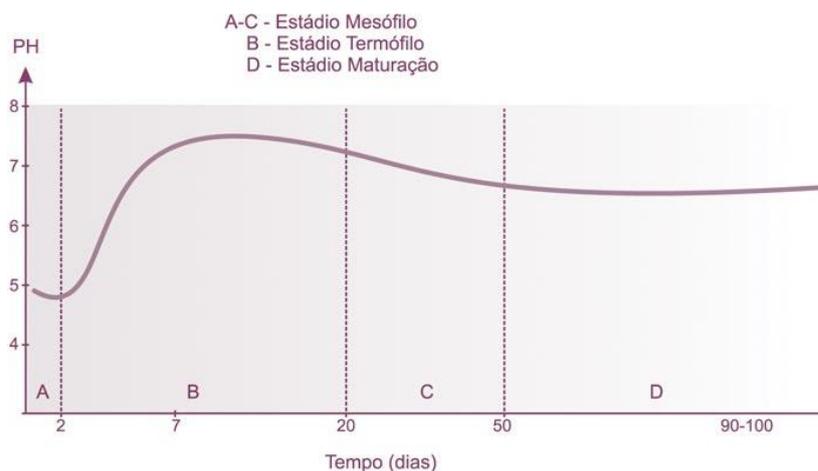
**Figura 2 - Fases de decomposição da matéria orgânica conforme a relação C/N**

Fonte: Formação para o trabalho (KIEHL, 1985, adaptado) (2013).

### 3.2.1.5 pH

Ocorre a elevação do pH no processo aeróbio, no início do processo de compostagem, podendo tornar-se mais ácido ainda, devido a formação de ácidos minerais, que logo dão lugar aos ácidos orgânicos, que reagem com as bases liberadas da matéria orgânica, neutralizando e tornando-se alcalino, deve situar-se na faixa de 7,0 a 8,0 (Bidone, 1999).

Afigura 3 referente ao pH, mostra um período de 100 dias, passando pelos estágios mesófilo e termófilo, atingindo a maturação e neutralização do pH.



**Figura 3 - Variação de pH na leira de compostagem.**

**Fonte: Formação para o trabalho (KIEHL,1985, adaptado) (2013).**

A compostagem aeróbica da matéria prima ácida conduz à formação de matéria orgânica humificada com reação alcalina, independente do uso de corretivos (KIEHL, 1985).

### 3.2.1.6 Tamanho da partícula

As dimensões ideais devem estar entre 1 cm e 5 cm. Se forem muito finas, pode ocorrer compactação excessiva, se as partículas forem muito grossas devem ser trituradas (KIEHL, 1985).

### 3.2.1.7 Microrganismos

Convertem a matéria orgânica crua biodegradável, ao estado da matéria prima orgânica humificada. O microrganismo encontrado em um composto quer vivos ou mortos, podem constituir até 25% do seu peso (Kiehl, 1985).

As Bactérias desempenham papel principal na fase termófila, decompondo açúcares, amidos, proteínas e outros compostos orgânicos de fácil digestão (Bidone, 1999). Algumas bactérias possuem a capacidade de

fixar o nitrogênio do ar, deixando-o em formas biologicamente disponíveis (nitrato e amônia) para as plantas (Rocha, 2009).

Fungos desenvolvem-se em faixas baixas de pH e em altas também, degradam material celulósico, resíduos resistentes de animais ou vegetais, formação do húmus, decomposição de alta temperatura de adubação verde e fixação de nitrogênio (Bidone, 1999).

Actinomicetos intermediários estão entre bactérias e fungos. Não se desenvolvem em baixas faixas de pH. São maus competidores, aparecem na compostagem quando não há fungos e bactérias. Assim como os fungos, decompõem materiais celulósicos, resíduos resistentes (BIDONE, 1999).

### 3.3 CONTROLE DAS LEIRAS DE COMPOSTAGEM

#### 3.3.1 Produção de Chorume

Recebe o nome de chorume o líquido escuro e de mau cheiro que escorre da leira de composto em processo de compostagem. A leira de composto não deve produzir chorume se for corretamente conduzida. O chorume forma-se quando o material a ser compostado está muito molhado.

O resíduo orgânico cru muito molhado, pode reduzir-se o excesso de umidade revolvendo-a mais vezes, ou utilizando a técnica de inoculação massal. (KIEHL, 1998).

#### 3.3.2 Odor

Usinas de reciclagem e compostagem de lixo domiciliar, bem como estações de tratamento de logo de esgoto, são tidas como produtoras de mau odor. Alguns fatores, segundo KIEHL (1998), podem ser a justificativa do mau odor:

- a) Cheiro natural do resíduo sólido orgânico: o lixo domiciliar apresenta um cheiro característico devido à natureza de seus componentes, principalmente de origem vegetal e animal, ricos em proteína, que, entram em fermentação anaeróbia, desde a residência, causando cheiro desagradável.
- b) Compostagem mal conduzida: leiras sem revolvimentos, muito altas, encharcadas, entram em processo de fermentação anaeróbia, acompanhado de putrefação e mau cheiro eliminado na atmosfera, na forma de gás ácido sulfídrico.
- c) Cheiro oriundo do chorume: o chorume é gerado pela compostagem de material com excesso de umidade, pela montagem de leiras muito altas ou devido ao fato de excesso de chuvas produzir percolado que acumula no pátio, em volta das pilhas, por falta de declive, exalando forte odor.

### 3.4 LEGISLAÇÕES PARA UTILIZAÇÃO DO FERTILIZANTE ORGÂNICO

#### 3.4.1 Decreto 86.955 de 18 de fevereiro de 1982.

O Decreto 86.955 de 18 de fevereiro de 1982, considera fertilizantes orgânicos os produtos de origem vegetal ou animal, assim classificados:

- a) Fertilizante Simples - fertilizante formado de um composto químico, contendo um ou mais nutrientes das plantas;
- b) Fertilizante Misto - fertilizante resultante da mistura de dois ou mais fertilizantes simples;
- c) Fertilizante Orgânico - fertilizante de origem vegetal ou animal contendo um ou mais nutrientes das plantas;
- d) Fertilizante Organo-mineral - fertilizante procedente da mistura ou combinação de fertilizantes minerais e orgânicos;
- e) Fertilizante Composto - fertilizante obtido por processo bioquímico, natural ou controlado com mistura de resíduos de origem vegetal ou animal;
- f) Fertilizante Complexo - fertilizante contendo dois ou mais nutrientes, resultante de processo tecnológico em que se formem dois ou mais compostos químicos.

### 3.4.2 Portaria 84, de 29 de março de 1981

No capítulo I, artigo 1º estão indicadas as categorias de produtores de fertilizantes orgânicos cujas atividades sejam classificadas pela letras: “ A: produtor de fertilizantes orgânicos simples e organominerarias; B: produtor de fertilizantes orgânico-simples; C: produtor de fertilizantes organominerais; D: produtor de fertilizante composto” (KIEHL, 1985).

No quadro 1, especificações dos fertilizantes segundo a Portaria nº 1 de 04 de março de 1983. (KIEHL, 1985):

Garantia	Organo-mineral	Composto
Matéria Orgânica total	Mínimo de 15 % (alterada para 25%)	Mínimo de 40% Tolerado 36%
Nitrogênio total	Conforme declarado no registro	Mínimo de 1,0% Tolerado 0,9%
Umidade	Máximo de 20% Tolerado 22%	Máximo de 40% Tolerado 44%
Relação C/N	-	Máximo 18/1 Tolerado 21/1
p H	Mínimo de 6,0 (excluída) Tolerado 5,4	Mínimo de 6,0 (excluída) Tolerado 5,4
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Conforme declarado no registro	-
K <sub>2</sub> O	Conforme declarado no registro	-
Soma de NPK, PK ou NK	Mínimo de 6,0% (alterada para 12%)	-

**Quadro 1 - Especificações dos fertilizantes**

Fonte: Portaria Nº 01, de 04 de março de 1.983 (KIEHL, 1985).

Nos produtos com macro nutrientes secundários ou micronutrientes ou ambos, estes serão indicados na sua forma elementar, como segue, no quadro 2 de acordo com as porcentagens exigidas em cada composto:

ELEMENTO	MÍNIMO DE (%)
Cálcio (Ca)	1.0
Magnésio (Mg)	0.5
Enxofre (S)	1.0
Boro (B)	0.02
Cloro (Cl)	0.1
Cobre (Cu)	0.05
Ferro (Fe)	0.1
Manganês (Mn)	0.05
Molibdênio (Mo)	0.1
Zinco (Zn)	0.1

**Quadro 2 - Porcentagem macro nutrientes no composto orgânico**

Fonte: Portaria Nº 01, de 04 de março de 1.983. Agrolink (2014).

### 3.5 MATÉRIA ORGÂNICA

A matéria orgânica do solo consiste em uma grande variedade de substâncias orgânicas (ou carbonáceas), incluindo os organismos vivos (ou biomassa do solo), restos de organismos que em algum momento ocuparam o solo e compostos orgânicos produzidos pelo metabolismo atual e passado ocorrido no solo (Brady, 2013).

Boa parte da matéria orgânica é transformada biologicamente pelos microorganismos em uma substância escura, uniforme, com consistência amanteigada e aspecto de massa amorfa, rica em partículas coloidais, com propriedades físico-químicas inteiramente diferentes da matéria original. A essa substância dá-se o nome de húmus (Bidone, 1999).

Os minerais indicadores de reserva mineral, que por decomposição podem fornecer nutrientes às plantas cujo os principais são: fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre. Sob o ponto de vista químico, matéria orgânica é toda substância que apresenta em sua composição o carbono tetra covalente, tendo suas quatro ligações completadas por hidrogênio, oxigênio, nitrogênio, enxofre ou outros elementos (Kiehl, 1985).

A matéria orgânica também aumenta quantidade de água que um solo pode reter, bem como a porção de água disponível para o

crescimento das plantas. É importante fonte de nutrientes, fósforo e enxofre, além de ser a principal fonte de nitrogênio para a maioria dos vegetais (Brady, 2013)

Somente as bactérias autotróficas e as plantas clorofiladas são capazes de sintetizar a matéria orgânica a partir dos elementos minerais e dos compostos simples. Pelo processo da fotossíntese, utilização da energia solar, gás carbônico, água, amido e açúcar as plantas podem sintetizar os mais diversos compostos como as proteínas, celulose e outras substâncias (Kiehl, 1985).

O húmus, geralmente de cor preta ou marrom, é o conjunto de compostos orgânicos complexos que se acumulam no solo porque são resistentes à decomposição. Da mesma forma eu a argila, ele é uma fração coloidal da matéria mineral do solo (Brady, 2013).

Para analisar quimicamente a qualidade de um resíduo orgânico ou fertilizante orgânico, verifica-se as porcentagens de água mais as de matéria orgânica e mineral e somam cem por cento. A composição de alguns restos vegetais de interesse como matéria prima (Quadro 3), podem ser empregados como fertilizantes orgânicos (Kiehl, 1985).

	MO %	N %	C/N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> %	K <sub>2</sub> O %
Casca da mandioca	58,94	0,34	96/1	0,30	0,44
Serragem de madeira	93,45	0,06	865/1	0,01	0,01
Esterco bovino	62,11	1,1	18/1	0,4	0,9

**Quadro 3 : Composição de alguns restos vegetais**  
Fonte:(KIEHL, 1985).

### 3.6 APLICAÇÃO DOS COMPOSTOS

#### 3.6.2 Utilização na agricultura

A compostagem é uma forma de recuperar os nutrientes dos resíduos orgânicos e levá-los de volta ao ciclo natural, enriquecendo o solo para agricultura ou jardinagem. Além disso, é uma maneira de reduzir o volume de

lixo produzido pela sociedade, destinando corretamente um resíduo que se acumularia nos lixões e aterros gerando mau-cheiro e a liberação de gás metano (MMA, 2014).

#### 4 MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho iniciou-se em 25 de junho de 2014, tendo finalizado o estudo aos 125 dias, no dia 30 de outubro, sendo realizado em Medianeira – PR, na própria residência.

Para montar as leiras, os materiais utilizados foram, a casca de mandioca proveniente de uma pequena indústria de vendas de mandioca descascada e congelada. A serragem, proveniente de uma fábrica de móveis local, onde a serragem se acumula nos pátios. O esterco bovino foi obtido em uma propriedade rural local.

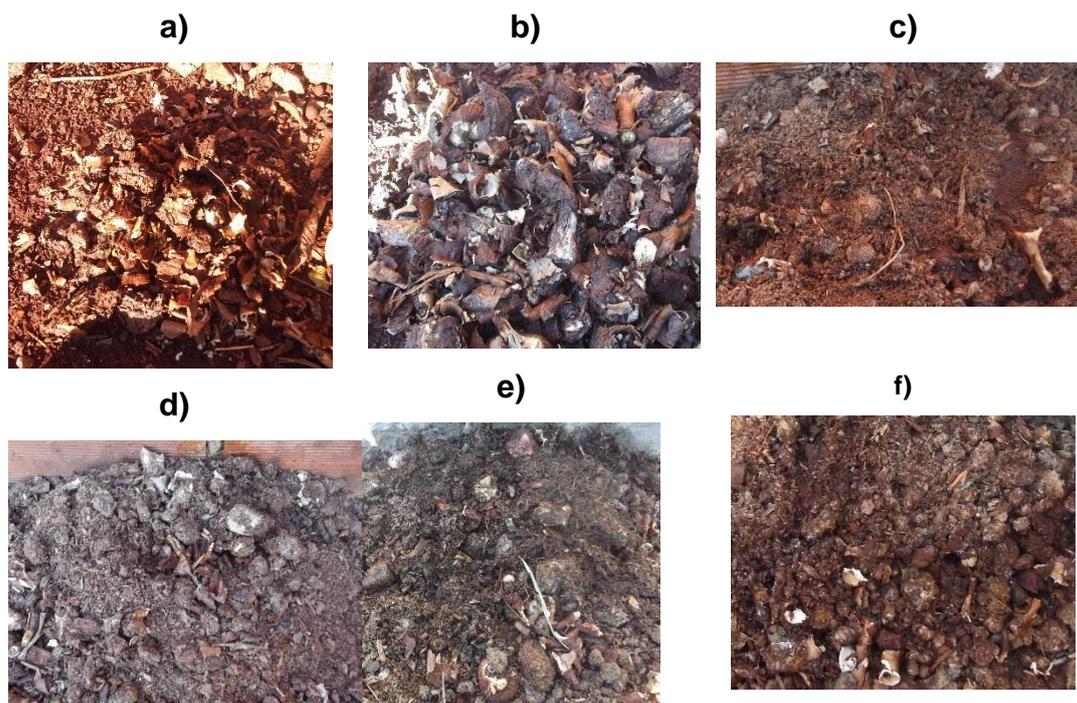
Com a montagem das leiras para compostagem, foi possível destinar de uma maneira correta os três resíduos que estavam sem utilidade, decompondo-se sem reaproveitar o potencial dos resíduos orgânicos.

Foram realizados 3 tratamentos em duplicata (Figura 5) , em um sistema aberto estático, sem aeração mecanizada.

O tratamento 1 compreendeu a compostagem de 100% da casca de mandioca e folhas verdes, pois possui relação C/N 96/1 e as folhas forneceram nitrogênio para estabilização do carbono.

Tratamento 2: 70% casca de mandioca e 30% de serragem, o carbono possui uma alta concentração de carbono, por isso está em menor quantidade, e as folhas verdes adicionadas no início da compostagem auxiliaram na diminuição da relação C/N.

Tratamento 3: 60% de casca de mandioca, 20% de serragem e 20% de esterco, neste caso, foi escolhido uma maior porcentagem de casca de mandioca, pois é o material que possui uma média relação carbono/nitrogênio, a serragem possui uma relação muito alta e o esterco possui maior quantidade de nitrogênio, de maneira que os três compostos vão se estabilizar até o fim do processo de decomposição.



**Figura 4 a) T1A, b) T1B, c) T2A, d) T2B, e) T3A, f) T3B**

Os três tratamentos foram submetidos às análises de Cálcio, Magnésio, Potássio, Alumínio, Carbono, Matéria orgânica, Fósforo, Ferro, Manganês, Cobre e Zinco, monitorando as características do composto.

As leiras foram montadas num espaçamento de 50x50x50 cm, cada uma, com intervalos de 1m entre as pilhas, em sistema estático de aeração passiva, com revolvimentos a cada 7 dias.

A medição da temperatura realizou-se a cada 30 dias, com o auxílio de um termômetro de mercúrio e deve encontrar-se entre 23 a 70 °C, indica equilíbrio microbiológico, mostra evolução global do processo, pois quanto maior a população de microrganismos, maior a temperatura. (Bidone, 1999).

Aos 34, 67, 94 e 122 foram realizadas medição de temperatura e coletas para medição do pH. Aos 122 foi realizada análise de umidade do composto.

Para determinação da umidade e do pH, foram utilizados os laboratórios i-39 e I-32, no câmpus Medianeira da UTFPR.

O procedimento para determinação da umidade residual (Figura 5) foi efetuado segundo KIEHL (1985):

- Colocou-se a amostra, com ou sem estrutura deformada, em cadinho e de peso

conhecido, pesa-se 5 g;

-Foi pesado e transferido para estufa a 105 – 110°C, deixando nessa condição até peso constante (aproximadamente 24 horas);

- Resfriou-se em dessecador e pesou-se (P1) novamente, calculando, por fim, a umidade pela fórmula:

$$\%U_{100-110^{\circ}C} = \frac{P1 \times 100}{5}$$



Figura 5 – Determinação da umidade a) mufla, b) estufa, c) dessecador

Procedimento determinação do pH (EMBRAPA, 1997):

- Colocar 10mL do composto em copo plástico de 100 mL numerado.
- Adicionar 25 mL de líquido (água).
- Agitar a amostra com bastão de vidro individual e deixar em repouso uma hora.
- Agitar cada amostra com bastão de vidro, mergulhar os eletrodos na suspensão homogeneizada e proceder a leitura do pH (Figura 6).



Figura 6 - Diluição para medição do pH

De maneira geral, os processos de compostagem são aeróbios, assim torna-se necessário um mecanismo de aeração capaz de suprir a carência de oxigênio. Com o revolvimento das leiras em períodos de 3 a 7 dias permite a aeração e controle de teor de umidade das leiras, juntamente com irrigação diária, para tanto realizou-se irrigação diária com revolvimento semanal do composto.

Com o uso do composto orgânico, pode-se reciclar uma gama de micro e macro nutrientes. Esses elementos são essenciais para as plantas. A concentração desses nutrientes no produto final é variável em função da origem dos resíduos utilizados na compostagem. (KIEHL, 1985).

Aos 125 dias foram realizadas coletas para análises de macro e micronutrientes, de modo que os resultados foram obtidos através do laboratório particular.

As instruções para a coleta foram enviadas pelo laboratório que realizou as análises. Após a irrigação, realizou-se a coleta do material do topo, do meio e da camada mais interna, totalizando 150g de cada leira.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O monitoramento do processo permitiu controlar o desempenho dos compostos, adaptando-os às condições locais, mostrando a viabilidade de tratar resíduos da casca de mandioca por meio da técnica da compostagem.

O processo passou pelo período de inverno, situado em um local a céu aberto, esteve sob influência do período chuvoso, mantendo alta umidade, mas que se estabilizou com o aumento das temperaturas e menor incidência de chuvas.

Houve uma redução significativa no volume das pilhas do Tratamento 1, pois as cascas de mandioca perderam muita umidade, e necessitavam de bastante irrigação.

O Tratamento 2 apresentou redução no volume do composto, porém ao final do processo, alguns grânulos de serragem ainda eram bem visíveis, indicando excesso de matéria carbonácea no composto.

O Tratamento 3 apresentou boa degradação de todos os materiais presentes, a casca de mandioca, a serragem, o esterco bovino e restos vegetais verdes, apresentando ao final uma coloração escura típica de um composto maturado, conforme encontrado por BARROS (2012).

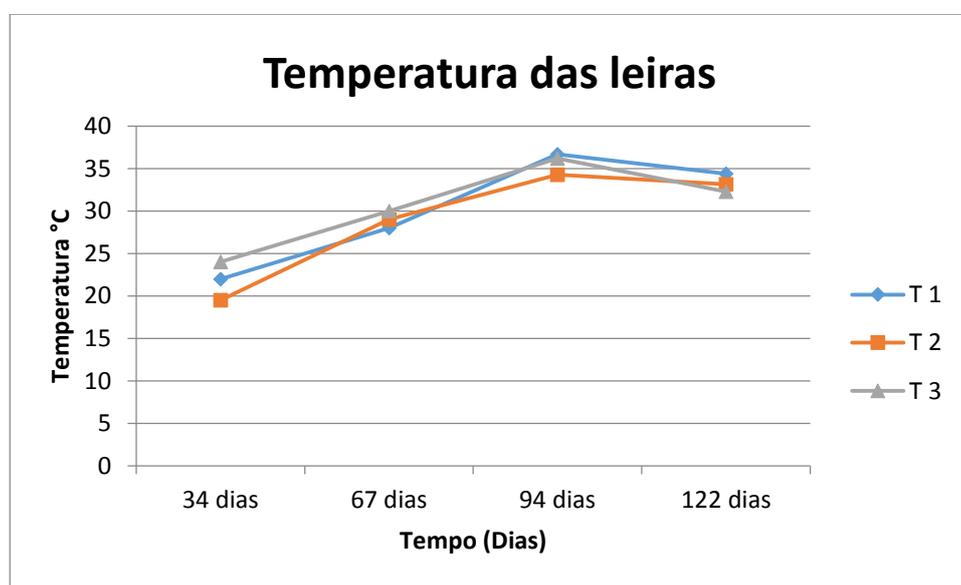
### 5.1 TEMPERATURA

Para KIEHL (1998) uma temperatura menor que a do ambiente ocorre devido ao resfriamento provocado pela evaporação da água presente na decomposição da massa, fase denominada criófila. Nos dias seguintes, ocorre geração de calor tem-se inicialmente a fase mesófila, posteriormente atingindo a fase termófila, passando novamente para a fase mesófila, de maneira que estará semicurado ou estabilizado.

A primeira medição após 34 dias mostrou-se baixa em todos os tratamentos, onde apresentaram média 21,8 °C. Aos 67 dias, as temperaturas atingiram em média 29 °C, alcançando a fase mesófila. Aos 94 dias as temperaturas se elevaram, sendo, por fim, aos 122 dias, ocorreu uma redução na mesma média de 34 °C (Gráficos 1 e 2). Desde que não falte água e o composto tenha perdido calor e se igualado a temperatura do ambiente, há

indicação de que ele está curado ou humificado (KIEHL, 1998).

De maneira geral, as baixas temperaturas podem ter influenciado no resultado do processo, porém, de acordo com Maia et al. (2003), a decomposição pode ocorrer na fase mesófila (25 °C a 40 °C) ou termófila (45°C a 60°C). Na fase termófila, acima de 60°C, acontece a eliminação microrganismos patogênicos, fator importante, caso houver a presença destes no composto. A fase mesófila está mais próxima à temperatura ambiente, e a população de microrganismos existem que operam nesta faixa de temperatura é maior que na faixa termófila.



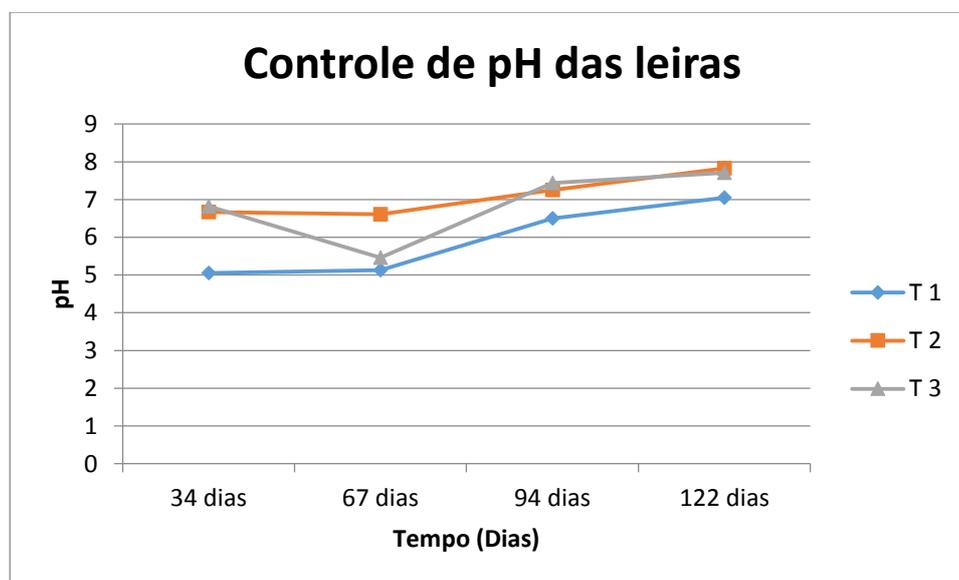
**Gráfico 1 - Controle da temperatura da leira. Tratamento 1, Tratamento 2 e Tratamento 3.**

## 5.2 pH

O índice pH pode ser influenciado por diversos fatores, principalmente pela composição química de cada material presente no composto. No início da decomposição o pH é ácido devido a formação de ácidos orgânicos, passando pela neutralidade, tornando-se alcalino pela formação de humatos alcalinos (KIEHL, 1998).

O tratamento 1 apresentou maior acidez, na primeira medição de pH, em

comparação com os outros tratamentos. Aos 67 dias, o tratamento 1 continuou apresentando acidez, e também, o tratamento 3, medindo em média pH 5,20. O tratamento 2 apresentou pH mais próximo à neutralidade, 6,60 em média. Aos 94 dias, O tratamento 1 atingiu 6,77 e 6,24, respectivamente, e os tratamentos 2 e 3, passaram de 7,00, estando dentro da faixa neutra. Aos 122 dias, os compostos atingem o estágio de maturação. Houve, no processo de compostagem, uma tendência à neutralização, sem alcançar a alcalinidade (Gráfico 2).



**Gráfico 2 - Controle pH. Tratamento 1, Tratamento 2 e Tratamento 3.**

Para Maia et al., (2003), quando o pH está abaixo de 5,00 ocorre uma queda significativa na atividade microbiológica, pois a maioria dos microorganismos operam na faixa neutra de pH, fato que não ocorreu no processo, o gráfico 2 mostra que os compostos atingiram a neutralidade, indicando satisfatória atividade microbiológica e decomposição.

Sendo os fungos, microrganismos que desenvolvem-se na faixa ácida de pH, o tratamento 3 aos 67 dias, mostrou que a medição indicou queda no pH, favorecendo o desenvolvimento dos mesmos (Figura 8).

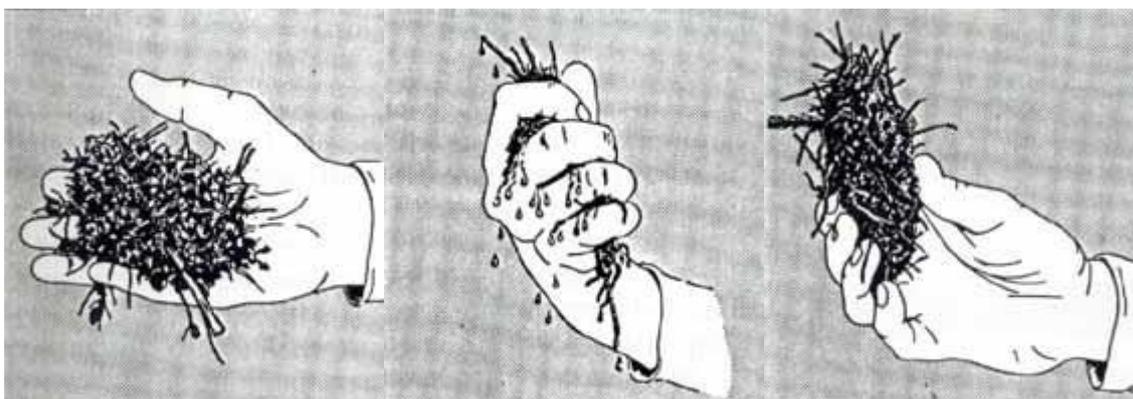


**Figura 7 - Crescimento de fungos no composto 3 B**

### 5.3 UMIDADE

Sendo a água fundamental para atividade microbiana, é outro fator muito importante para ser monitorado.

Para verificar a umidade do composto final, aos 122 dias, foi realizado secagem em estufa 105 °C por 24 horas. Durante a compostagem foi realizado o teste da mão (Figura 8) para monitorar a umidade do composto.



Ao abrir a mão, a amostra esfarelar, está seco demais

Ao apertar a mão, escorre um líquido entre os dedos, está úmido demais

Ao abrir a mão, a amostra formar uma bolota, está na umidade ideal

**Figura 8 - Teste de umidade**

O tratamento 1 mostrou umidade de 34,60% em média, o tratamento 2 com 42,08% e o tratamento 3, com 42,00%, apresentaram umidade dentro do padrão estabelecido pela legislação (Lei 86.955 de 18 de fevereiro de 1982).

## 5.4 MATÉRIA ORGÂNICA

Segundo BRADY (2013) solos com conteúdo mais elevado de matéria orgânica, têm maior capacidade de retenção de água.

Seguindo o teste da mão (teste da bolota) segundo KIEHL (1998), a amostra umedecida e trabalhada com as mãos que se desfaz, não resistindo aos pequenos impactos, mostra que esta amostra não possui húmus, não está curada. A amostra do composto curado, se umedecida, e esfregada na palma das mãos formará bolota que não se desfaz, se for espalhada formará uma camada preta de húmus, parte da pasta formará grumos que cairão ao chão.

Comparando os tratamentos, (Figuras 9) foi visível perceber que nos tratamento 1 e 2, a amostra se esfarelava na mão soltando os grumos, pois não possuía húmus, em contrapartida, a amostra 3, formava uma bolota que não se desfazia, pois estava humificada.



Figura 9 - Teste da mão a) T1, b) T2, c) T3

## 5.5 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS DOS COMPOSTOS

Foram realizadas análises de três amostras, uma coleta para cada tratamento proposto no trabalho, que são o tratamento 1 que contém apenas casca de mandioca (A), o tratamento 2 com casca de mandioca e serragem (B), e o tratamento três com casca de mandioca, serragem e esterco bovino (C). Foram encaminhados ao laboratório 150 g de cada amostra, de acordo com as instruções do mesmo, apresentando os resultados expostos no Quadro 4.

Elemento (Cmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3</sup> ) *	Substratos		
	A	B	C
Cálcio (Ca)	10,75	7,62	8,75
Magnésio (Mg)	3,36	1,86	3,55
Potássio (K)	4,40	1,44	1,20
Alumínio (Al)	0,00	0,00	0,00
H+Alumínio (H+Al)	1,59	1,74	1,59
Elemento (g.dm <sup>-3</sup> )	A	B	C
Carbono (C)	69,45	92,55	69,75
Matéria orgânica M.O.	119,45	159,19	119,97
Elemento (mg. dm <sup>-3</sup> )	A	B	C
Fósforo (P)	319,92	141,61	151,78
Ferro (Fe)	93,59	38,74	73,23
Manganês (Mn)	144,01	102,55	128,34
Cobre (Cu)	6,15	2,97	3,95
Zinco (Zn)	53,80	27,19	31,78
Acidez / Alcalinidade	A	B	C
pH em CaCl <sub>2</sub>	6,90	6,50	6,90

A = Tratamento 1; B = Tratamento 2; C = Tratamento 3.

**Quadro 4 - Resultados análises físico-químicas dos compostos finais obtidos (125 dias).**

A qualidade do composto depende da presença de nutrientes, principalmente nitrogênio, fósforo, potássio e matéria orgânica.

A amostra A, referente ao Tratamento 1, apresentou materiais provenientes de compostagem da casca de mandioca e folhas verdes, entretanto, apresentou valores superiores na grande maioria dos elementos

analisados, ou seja, cálcio, magnésio, potássio, carbono, fósforo, ferro, manganês, cobre e zinco.

A disponibilidade de cobre e zinco para as plantas, diminui com o aumento do pH, deficiência desses metais são frequentemente observadas em solos alcalinos (TEDESCO, 1985), os três tratamentos apresentaram neutralização no pH, permitindo a presença dos mesmos.

O ferro, pode estar presente em formas altamente insolúveis, muitas vezes, sendo tóxico às plantas. (TEDESCO, 1985). A amostra A (Tratamento 1) e a amostra C (Tratamento 2) segundo o laudo do laboratório apresentaram alta concentração de ferro, a amostra B apresentou uma concentração média.

Sendo o fósforo um dos mais importantes constituintes minerais da atividade celular, é imprescindível para as plantas, porém a amostra A mostrou valor  $319,92 \text{ mg. dm}^{-3}$ , mais elevado em relação aos tratamentos 2 e 3, que apresentaram  $141,61 \text{ mg. dm}^{-3}$  e  $151,78 \text{ mg. dm}^{-3}$ , respectivamente em uma concentração que pode prejudicar o bom desenvolvimento das plantas.

Outro fator analisado, que deve ser ressaltado é a concentração de carbono e matéria orgânica. A amostra B (Tratamento 2) apresentou maior concentração de carbono  $92,55 \text{ mg. dm}^{-3}$  e também de matéria orgânica  $159,19 \text{ mg. dm}^{-3}$ , pois a serragem possui alta relação carbono/nitrogênio, de 865/1 segundo KIEHL (1985).

Certos compostos orgânicos, além de estimularem o crescimento das plantas, interferem diretamente no seu crescimento, por isso a quantidade e qualidade da matéria orgânica do solo são fundamentais para determinar a qualidade do solo (BRADY, 2013). Segundo o laudo, os resultados matéria orgânica, para os três tratamentos,  $119,45 \text{ mg. dm}^{-3}$ ,  $159,19 \text{ mg. dm}^{-3}$  e  $119,97 \text{ mg. dm}^{-3}$ , respectivamente, mostraram valores altos porém, no fertilizante orgânico, nem toda matéria orgânica é húmus, segundo KIEHL (1998), ou seja, os tratamento 1 e 2 possuem matéria orgânica, mas não atingiram o grau de maturação, que é o caso do tratamento 3.

Abaixo, a Figura 11 demonstra o final do processo de compostagem, permitindo realizar uma análise visual de suas qualidades. O tratamento 1 e o tratamento dois apresentam partículas que não foram totalmente decompostas e o tratamento três, com a aparência mais escura, característica de um composto humificado.



**Figura 10 – Compostos 120 dias a) T1, b) T2, c) T3**

## 6. CONCLUSÃO

As baixas temperaturas podem ter influenciado no processo de compostagem.

O pH mostrou-se ascendente, com tendência à neutralidade ao fim do processo de compostagem. Os padrões de umidade e pH atenderam a legislação.

Os resultados das análises físico-químicas, mostram que o tratamento 1 (casca de mandioca) possui valores elevados de fósforo, ferro e zinco que podem ser prejudiciais às plantas, e o tratamento 2 (casca de mandioca e serragem), apresentou valores altos para carbono, sugerindo que o composto não está maturado, embora ambos possuam alto teor de matéria orgânica, a mesma pode não estar humificada. Portanto, ambos não são indicados para o uso como composto orgânico.

O tratamento 3 (casca de mandioca, serragem e esterco), apresentou bons resultados para macro e micronutrientes, apresentando boa quantidade de matéria orgânica humificada, a aparência escura, traz as características de um composto maturado, podendo ser utilizado como composto orgânico.

Estudos posteriores podem monitorar a decomposição com análises microbiológicas, fazendo um levantamento de quais os microrganismos presentes no composto, desde de o início até a maturação.

## REFERÊNCIAS

Abnt. **NBR 10004:2004.**

<http://www.aslaa.com.br/legislacoes/NBR%20n%2010004-2004.pdf>. Acesso em 27 de novembro de 2014.

Abrelpe. **Panorama do Resíduo sólido gerado no Brasil em 2013.**

<http://www.abrelpe.org.br/Panorama/panorama2013.pdf>. Acesso em 28 de novembro de 2014.

Barros, Raphael Tobias de Vasconcelos. **Elementos de gestão de resíduos sólidos.** 2012. Pag 76, 301.

Bidone, Francisco Ricardo Andrade. **Conceitos básicos de resíduos sólidos.** 1999. Pag 20, 29.

Brady, Nyle C. **Elementos da natureza e propriedades dos solos.** 3ª edição  
Porto Alegre: Brookman, 2013.

Decreto 86.955 de 18 de fevereiro de 1982

[http://www.agrolink.com.br/fertilizantes/arquivos/decretos/decr\\_86955\\_82\[1\].pdf](http://www.agrolink.com.br/fertilizantes/arquivos/decretos/decr_86955_82[1].pdf)  
Acesso em 15 de setembro de 2014.

Embrapa – RJ. **Manual de métodos de análise de solos.** Centro Nacional de Pesquisa de Solos. 2ª Edição, 1997.

[www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/Manual+de+Metodos\\_000fzvhotqk02wx5ok0q43a0ram31wtr.pdf](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/Manual+de+Metodos_000fzvhotqk02wx5ok0q43a0ram31wtr.pdf). Acesso em 14 de julho de 2014.

Formação para o trabalho. **Compostagem e minhocultura.**

<http://fdr.com.br/formacao/2013/compostagem-e-minhocultura/fatores-que-influenciam-na-compostagem/>. Acesso em 08 de setembro de 2014.

Portaria 84, de 29 de março de 1981.

[http://www.agrolink.com.br/fertilizantes/arquivos/portarias/port\\_ma84\\_82\[1\].pdf](http://www.agrolink.com.br/fertilizantes/arquivos/portarias/port_ma84_82[1].pdf)

Acesso em 15 de setembro de 2014.

Kiehl, Edmar José. **Fertilizantes orgânicos**. Piracicaba: Agronômica Ceres, 1985.

Kiehl, Edmar José. **Manual de Compostagem**: Maturação e qualidade do composto. Piracicaba, 1998.

Ministério do meio ambiente. **Compostagem**.

<http://www.mma.gov.br/responsabilidade-socioambiental/item/7594-compostagem>. Acesso em 13 de outubro de 2014.

Portal dos resíduos sólidos. **Compostagem de resíduos sólidos urbanos**.<http://fdr.com.br/formacao/2013/compostagem-e-minhocultura/fatores-que-influenciam-na-compostagem/>. Acesso em 08 de setembro de 2014.

Rocha, Julio Cesar. **Introdução à química ambiental**. São Paulo: Bookman, 2009.

Tedesco, M.J. **Análise de solos, plantas e outros materiais**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Faculdade de Agronomia. Departamento Solos, 1985.

Ufba. **Compostagem passo a passo**.

<http://www.laviet.ufba.br/compostagem/passos.htm>. Acesso em 30 de outubro de 2014.

Valle, Cyro Eyer do. **Qualidade Ambiental**: ISO 14000. Pag 27-28.