

Universidade Camilo Castelo Branco

Campus de Fernandópolis

MÁRCIA REGINA PAIVA SILVA ROSSI

COMPOSTAGEM DE RESÍDUOS SÓLIDOS ORGÂNICOS EM ESCOLA
DE EDUCAÇÃO BÁSICA DE CARAGUATATUBA - SP

ORGANIC SOLID WASTE COMPOSTING IN BASIC EDUCATION SCHOOL
OF CARAGUATATUBA -SP

Fernandópolis, SP

2015

Márcia Regina Paiva Silva Rossi

COMPOSTAGEM DE RESÍDUOS SÓLIDOS ORGÂNICOS EM ESCOLA DE
EDUCAÇÃO BÁSICA DE CARAGUATATUBA - SP

Orientador: Prof. Dr. Roberto Andreani Junior

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da Universidade Camilo Castelo Branco, como complementação dos créditos necessários para obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais.

Fernandópolis, SP

2015

FICHA CATALOGRÁFICA

ROSSI, Márcia Regina Paiva Silva
R738C Compostagem de Resíduos Sólidos Orgânicos em Escola de Educação
Básica de Caraguatatuba – SP / Márcia Regina Paiva Silva Rossi - São José
dos Campos: SP / UNICASTELO, 2015.

57f. il.

Orientador: Prof. Dr. Roberto Andreani Junior

Dissertação de Mestrado apresentada no Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da Universidade Camilo Castelo Branco, para complementação dos créditos para obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais.

1. Meio Ambiente. 2. Conscientização. 3. Reutilização. 4. Composto Orgânico.
I. Título

CDD: 574

Autorizo, exclusivamente, para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial desta dissertação, por processos xerográficos ou eletrônicos.

Assinatura do aluno:

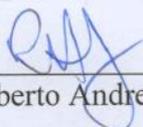
Data: 15/03/2016

TERMO DE APROVAÇÃO

MÁRCIA REGINA PAIVA SILVA

**A COMPOSTAGEM DE RÉSIDUOS ORGÂNICOS EM ESCOLA DE EDUCAÇÃO BÁSICA
DE CARAGUATATUBA-SP**

Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre no Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da Universidade Camilo Castelo Branco, pela seguinte banca examinadora:



Prof(a). Dr(a). Roberto Andreani Júnior (Presidente)



Prof(a). Dr(a). Luiz Sérgio Vanzela



Prof(a). Dr(a). Gláucia Rosângela Peglow Borges de Castro

Fernandópolis, 25 de setembro de 2015.

Presidente da Banca Prof(a). Dr(a). Roberto Andreani Júnior

Dedico esta obra a minha família, aos professores, aos amigos e a todos que me incentivaram a não desistir deste desafio.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por me dar força, paciência e sabedoria para enfrentar todos os desafios.

À minha família, em especial ao meu esposo Robson Rossi pelo incentivo e tolerância nos momentos de loucura, na tentativa de conciliar minha vida acadêmica, profissional e pessoal.

Ao meu orientador Professor Doutor Roberto Andreani Junior pela orientação para o desenvolvimento deste trabalho e principalmente por me tranquilizar dizendo: “Vai dar tudo certo!”

À todos os professores do Curso pela contribuição com o conhecimento transmitido.

Aos meus colegas Luiz Alfredo, Sibelle e Carlos Costa pelas contribuições e parceria durante a realização do mestrado.

Aos meus amigos que direta ou indiretamente me ajudaram e contribuíram para a conclusão do trabalho e do curso e torcem por mim.

À Secretaria Municipal de Educação pelo apoio.

“É preciso diminuir a distância entre o que se diz e o que se faz, até que, num dado momento, a tua fala seja a tua prática”.

Paulo Freire

COMPOSTAGEM DE RESÍDUOS SÓLIDOS ORGÂNICOS EM ESCOLA DE EDUCAÇÃO BÁSICA DE CARAGUATATUBA/SP.

RESUMO

Este trabalho foi realizado na Escola Municipal de Ensino Fundamental Professor Luiz Ribeiro Muniz na cidade de Caraguatatuba, estado de São Paulo, com o objetivo principal de conscientizar a comunidade educacional sobre questões ambientais, com foco na problemática de resíduos sólidos orgânicos. O projeto de compostagem foi realizado com os resíduos sólidos orgânicos provenientes da confecção da merenda escolar, coletados no período de uma semana, que ao invés de descartados, foram transformados em composto. Os resíduos foram separados em três experimentos: Composto A, com a utilização de cascas de banana; Composto B, com cascas de laranja; e Composto C, com cebola, cenoura, alface, cascas de banana e cascas de laranja. Com o resultado foi possível perceber que os três experimentos foram transformados em compostos com minerais essenciais ao crescimento da planta, e pH com valores adequados, mostrando que o composto produzido é de qualidade. No decorrer desta pesquisa a compostagem mostrou-se como uma importante ferramenta para o desenvolvimento da Educação Ambiental, de conscientização, realizada de uma maneira bem simples, além de fácil entendimento para todos.

Palavras-chave: meio ambiente, conscientização, reutilização, composto orgânico.

ORGANIC SOLID WASTE COMPOSTING IN BASIC EDUCATION SCHOOL OF CARAGUATATUBA/SP.

ABSTRACT

This work was held at the Municipal Elementary School Professor Luiz Ribeiro Muniz in the city of Caraguatatuba, State of São Paulo, with the main objective to educate the school community on environmental issues, focusing on the problem of organic waste. The composting project was carried out with organic solid waste from the production of school meals, collected within one week, that rather than discarded, were transformed into compost. The residues were separated in three experiments: Compound A, with the use of banana peel; Compound B, with orange peel and Compound C with onion, carrot, lettuce, banana and orange peels. As a result, it was revealed that the three experiments were transformed into compounds with minerals essential to plant growth and with appropriate pH values, showing that the compound produced is of high quality. In the course of this research composting showed to be an important tool for the development of environmental education, awareness, held in a very simple way, and easy to understand for everyone.

Key words: environment, awareness, reuse, organic compound.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Fases da Compostagem.	28
Figura 2: Resíduos Orgânicos potencialmente utilizáveis na compostagem.	31
Figura 3: Local de desenvolvimento do trabalho, partindo da cidade de Caraguatatuba, bairro Martim de Sá e escola Prof. Luiz Ribeiro Muniz.	38
Figura 4: Caixas furadas com tampa.	39
Figura 5: Montagem das composteiras.	40
Figura 6: Controle da temperatura nas composteiras.	41
Figura 7: Gráfico da temperatura nas composteiras.	41
Figura 8: Composto finalizado.	42
Figura 9: Pesagem das amostras dos compostos finalizados.	43
Figura 10: Mistura do composto com água desmineralizada.	43
Figura 11: Filtragem dos compostos.	44

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Plano Nacional de Resíduos Sólidos, 2011.....	21
Tabela 2: Quantidade de material utilizado nos experimentos.....	40
Tabela 3: Composição química dos alimentos utilizados.....	45
Tabela 4: Análise das amostras dos Compostos.....	45
Tabela 5: Acompanhamento e Resultado Final (em peso) do Composto Orgânico produzido.....	47

LISTA DE SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
CEMPRE	Compromisso Empresarial para Reciclagem
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
FUNASA	Fundação Nacional de Saúde
IPEA	Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
ISO	International Organization for Standardization, ou Organização Internacional para Padronização
PNRS	Política Nacional de Resíduos Sólidos
RSU	Resíduos Sólidos Urbanos

LISTA DE SÍMBOLOS

B	Boro
C	Carbono
Ca	Cálcio
Cl	Cloro
Cu	Cobre
Fe	Ferro
K	Potássio
Mg	Magnésio
Mn	Manganês
Mo	Molibdênio
N	Nitrogênio
P	Fósforo
S	Enxofre
Zn	Zinco

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	14
1.1. Objetivo geral	16
1.2. Objetivos específicos	16
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	18
2.1. Resíduos Sólidos	18
2.2. Compostagem.....	23
2.2.1. Fatores que afetam o processo de compostagem	25
2.2.2. Fases da compostagem.....	28
2.2.3. Caracterização de materiais para compostagem.....	30
2.2.4. Tipos de composteiras	31
2.2.5. Produção de Composto	33
2.3. Meio Ambiente	35
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	38
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	45
5. CONCLUSÕES	49
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	50
ANEXO A – FOLDER EXPLICATIVO: COMO FAZER UMA COMPOSTAGEM	55

1. INTRODUÇÃO

A vida moderna propicia uma crescente demanda de resíduos, chamados popularmente de lixo. A disposição destes resíduos constitui um dos principais problemas ambientais, devido a sua crescente quantidade e composição.

A existência de resíduos é algo que caminha em paralelo com as atividades humanas. A variabilidade dos resíduos produzidos em todas as atividades das sociedades compreende resíduos de origem doméstica, comercial e rural (Lago, Elis e Giacheti, 2006).

De acordo com o Plano Nacional de Resíduos Sólidos (Brasil, 2011), no Brasil são produzidas, diariamente, cerca de 250 mil toneladas de resíduos, sendo sua composição: de 52 % de resíduo orgânico, 26% de papel e papelão, 3% de metais (ferro, alumínio, aço, etc), 2% vidro e 17% de outros.

Infelizmente, o destino destes resíduos ainda é um problema: 53% vão para aterros sanitários, 23% para aterros controlados, 20% para lixões, apenas 2% para compostagem e reciclagem e 2% para outros destinos. O Brasil é um país com baixo tratamento e reaproveitamento de resíduos.

A Lei nº 12.305/10, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (Brasil, 2010), prevê algumas metas importantes para minimizar problemas ambientais, sociais e econômicos provocados pelo manejo inadequado do resíduo. Há ações de planejamento nos níveis nacional, estadual, microrregional, intermunicipal, metropolitano e municipal, mas também algumas mudanças de hábitos da população que fazem parte desta contribuição importante ao meio ambiente. Observa a prevenção e a redução na geração de resíduos, tendo como proposta a prática de hábitos de consumo sustentável e um conjunto de instrumentos para propiciar o aumento da reciclagem e a reutilização dos resíduos sólidos e a destinação ambientalmente adequada dos rejeitos. Para solucionar a problemática que envolve a questão dos resíduos sólidos, como o descarte irregular em lixões que contaminam o solo e os recursos hídricos, bem como a saturação de aterros sanitários, os municípios devem adotar medidas de gerenciamento integrado de resíduos sólidos, que vão desde a geração destes, a reutilização, a reciclagem de materiais que podem servir de matéria prima, até à compostagem de resíduos sólidos orgânicos.

De acordo com Jucá, Castilhos Júnior e Mariano (2007), a necessidade de se

propor um Sistema de Gestão de Resíduos Sólidos visa minimizar os problemas relativos a estes, de forma a induzir uma melhoria na qualidade de vida das populações, através do controle de contaminação do ar, da água e do solo, provocadas pela inadequada remoção, tratamento e destinação final dos resíduos sólidos.

É importante ressaltar que no Brasil a coleta separada de materiais ainda é pouco praticada, graças às dificuldades de ordem econômica e logística, e os resíduos orgânicos urbanos podem ser utilizados como matéria prima para o processo de compostagem. Dias (2002), trata a questão do resíduo gerado nas cidades como um dos grandes problemas da maioria dos municípios brasileiros. Os altos custos de implantação e manutenção dos sistemas de coleta e tratamento de resíduos têm levado ao fracasso muitas tentativas de equacionamento.

Mesmo com todas as dificuldades, muitos municípios têm adotado medidas para minimizar estes impactos ambientais causados pela significativa produção de resíduos sólidos.

Segundo Fehr (2000), a quantidade total de resíduos orgânicos produzidos pela população brasileira gira em torno de 50% em massa. Caso esses resíduos sejam dispostos inadequadamente podem trazer prejuízos ao solo, ar e água.

Em Caraguatatuba, estado de São Paulo, a porção orgânica dos resíduos do município limita-se a 49,7%, o que significa que existe um grande potencial de separação e reciclagem acima de 50% que não vem sendo explorado, dados estes de acordo com o Plano Municipal de Resíduos Sólidos do Município(Caraguatatuba,2013).

De acordo com Jucá,Castilhos Júnior e Mariano (2007), a compostagem é uma forma de eliminar metade do problema dos Resíduos Sólidos Urbanos, dando um destino útil a eles, evitando seu acúmulo em aterros, transformando um problema em solução, melhorando a estrutura do solo, devolvendo à terra nutrientes de que necessita, aumentando a sua capacidade de retenção de água, permitindo o controle da erosão, bem como evitar o uso de fertilizantes sintéticos.

A forma mais eficiente de reciclagem dos resíduos sólidos orgânicos é por intermédio de processos de compostagem (Pereira Neto,2014).

A compostagem pode ser uma alternativa eficaz e simplificada para que sirva de modelo para outras Unidades Escolares no município, bem como para os alunos e comunidade desenvolverem em suas casas, permitindo com este processo, tratar

os resíduos orgânicos, transformando-os em um rico fertilizante orgânico que pode ser utilizado em hortas, jardins, plantas, entre outros.

O processo de compostagem pode e deve ser utilizado no dia a dia dos cidadãos, fazendo com que os resíduos sólidos orgânicos tornem-se um produto final rico em nutrientes. Segundo Brasil, Santos e Simão (2007), reciclar é economizar energia, poupar recursos naturais e trazer de volta ao ciclo produtivo o que é jogado fora.

De acordo com o CEMPRES – Compromisso Empresarial para Reciclagem (2002), a Educação Ambiental com relação a resíduos sólidos deve ser difundida tendo como foco os cinco R's: Reduzir, Reutilizar, Reciclar, Repensar e Recusar, sensibilizando e informando a sociedade com o objetivo de aumentar a consciência ambiental.

A Educação Ambiental tem uma natureza iminentemente prática, segundo Cascino, Jacobi e Oliveira (1998). Os resíduos sólidos também fazem parte do ambiente escolar, sejam nos papéis utilizados por professores e alunos, ou devido aos plásticos, material orgânico e metais (Thiollent, 2003).

É justamente neste trabalho que a escola entra com seu papel fundamental, contribuindo para a formação de cidadãos conscientes, aptos a decidir e atuar na realidade socioambiental de um modo comprometido com a vida, com o bem estar de cada um e da sociedade local e global. Para isso é necessário que, mais que informações e conceitos, a escola se proponha a trabalhar com atitudes, com formação de valores, com o ensino e aprendizagem de procedimentos.

1.1. Objetivo geral

Entender a compostagem como um excelente recurso para a diminuição do resíduo e aproveitamento doméstico de resíduos sólidos orgânicos.

1.2. Objetivos específicos

- Avaliar a importância da compostagem para a diminuição do resíduo sólido orgânico;
- Proteger o Meio Ambiente;
- Entender como resultado da compostagem, a produção de um fertilizante

orgânico natural que pode ser utilizado em jardins, hortas, árvores frutíferas, entre outros;

- Elaborar um folder com explicações simples sobre como fazer um composto doméstico.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Resíduos Sólidos

A ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas (2004) define que, pela NBR nº 10.004, os resíduos sólidos são restos de material orgânico ou inorgânico em seus estados sólidos e semissólidos, que resultam de atividade da comunidade de origem: industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola ou de serviço de varrição. Ficam incluídos nessa 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 exige para isso soluções técnicas e economicamente viáveis em face da tecnologia disponível.

A questão dos resíduos vem sendo apontada pelos ambientalistas como um dos mais graves problemas ambientais urbanos da atualidade. Dias (2002), trata a questão do resíduo gerado nas cidades como um dos grandes problemas da maioria dos municípios brasileiros.

Segundo Lima (1995), a problemática dos resíduos no meio urbano abrange alguns aspectos relacionados à sua origem e produção, assim como o conceito de inesgotabilidade e os reflexos de comprometimento do meio ambiente.

Os resíduos sólidos urbanos sofrem uma produção contínua e são colocados sobre terrenos muitas vezes sem qualquer sistema de proteção contra a contaminação de solos e águas subterrâneas ou superficiais (Lago, Elis e Giacheti, 2006).

Para Salvato (1982) resíduos sólidos incluem qualquer rejeito, lixo, lodos de estações de tratamento de esgoto, de tratamento de água, ou equipamentos de controle de poluição, e outros materiais descartados, incluindo sólidos, líquidos, semissólidos resultantes de atividades industriais, comerciais, mineração, agrícola e da comunidade, mas não os materiais dissolvidos no esgoto doméstico ou sólidos dissolvidos em águas de escoamento pela irrigação ou por descargas industriais.

Cruz (2005) entende que os resíduos constituem uma porção de material que perdeu a capacidade de exercer a função para o qual foi concebido, mas que ainda poderá ter potencial de ser recuperado quer por reciclagem (multimaterial ou orgânica), quer por valorização energética.

De acordo com as normas da NBR 10.004 (ABNT, 2004), quanto à origem, os resíduos podem ser classificados :

Domésticos ou Residenciais – Resíduos gerados pelas atividades diárias em casas, apartamentos, condomínios ou qualquer tipo de edificação que sirva como residência: restos de alimentos, embalagens em geral, vidro, papel, garrafas, entre outros;

Comerciais – Resíduos gerados por qualquer tipo de estabelecimento comercial: restos de alimentos, papel, plásticos, embalagens diversas, entre outros;

Públicos – Resíduos gerados pela limpeza urbana e pela limpeza de áreas de feiras livres: varrição de vias públicas, restos de podas vegetais, corpos de animais, restos de vegetais, entre outros;

Serviços de saúde e hospitalar – Resíduos sépticos (presença de patógenos) gerados pelos estabelecimentos de saúde (postos de saúde, hospitais, pronto-socorro, clínicas veterinárias, farmácias, laboratórios de análises clínicas, etc). São eles: seringas, meios de cultura, gazes, algodões, sangue coagulado, remédios com prazo de validade vencido, filmes fotográficos de raio x, órgãos ou tecidos removidos;

Portos, aeroportos e terminais rodoviários – resíduos sépticos, materiais higiênicos, asseios pessoais e restos de alimentos;

Industriais – resíduos gerados pela atividade de indústrias nos mais diversos ramos (metalurgia, química, petroquímica, alimentícia, etc); lodos, fibras, resíduos alcalinos ou ácidos, plásticos, papéis, borrachas, cinzas e outros;

Agrícolas – resíduos gerados pela atividade agrícola: embalagens de defensivos agrícolas e fertilizantes, rações, restos de colheitas, etc;

Entulho – resíduos gerados pela construção civil: materiais de demolição, restos de obras, solos de escavação e outros.

Quanto a degradabilidade:

- Facilmente degradáveis: como restos de alimentos;
- Moderadamente degradáveis: como papéis, papelão e materiais celulósicos;
- Dificilmente degradáveis: como trapos, pedaços de pano, serragens, aparas de couro, borracha e madeira;

Não degradáveis: vidros, metais, plásticos, terra, pedras e outros.

Quanto aos riscos potenciais ao meio ambiente, são subdivididos em classes:

- Classe I – Perigosos: são aqueles que apresentam riscos à saúde pública

por possuírem uma ou mais das seguintes propriedades: inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e patogenicidade;

- Classe II – Não Inertes: são resíduos que não apresentam periculosidade, porém não são inertes e podem ter propriedades como combustibilidade, biodegradabilidade ou solubilidade em água;

- Classe III – Inertes: são resíduos que, ao serem submetidos aos testes de solubilidade não tiveram nenhum de seus constituintes solubilizados em concentrações superiores aos padrões de potabilidade da água.

Os resíduos ainda podem ser diferenciados quanto às suas características físicas e químicas, conforme foi definido pelo Manual de Saneamento da FUNASA – Fundação Nacional de Saúde, em 2006.

Nessa perspectiva, as características são:

Características Físicas:

- Compressividade: é a do volume dos resíduos sólidos quando submetidos a uma pressão (compactação);

- Teor de Umidade: compreende a quantidade de água existente na massa dos resíduos sólidos;

- Composição Gravimétrica: determina a porcentagem de cada constituinte da massa de resíduos sólidos, proporcionalmente ao seu peso.

Características Químicas:

- Poder Calorífico: indica a quantidade de calor desprendida durante a combustão de um quilo de resíduos sólidos;

- Teores de matéria orgânica: é o percentual de cada constituinte da matéria orgânica;

- Relação Carbono/Nitrogênio (C/N): determina o grau de degradação da matéria orgânica;

- Potencial de Hidrogênio (pH): é o teor de alcalinidade ou acidez da massa de resíduos.

Na Tabela 1, abaixo, está apresentada a composição gravimétrica média dos Resíduos Sólidos do Brasil, considerando como base a quantidade de Resíduos Sólidos Coletados.

Tabela 1: Plano Nacional de Resíduos Sólidos, 2011.

Resíduos	Participação (%)	Quantidade (t/dia)
Material reciclável	31,9	58.527,40
Metals	2,9	5.293,50
Aço	2,3	4.213,70
Alumínio	0,6	1.079,90
Papel, papelão e Tetrapak	13,1	23.997,40
Plástico total	13,5	24.847,90
Plástico filme	8,9	16.399,60
Plástico rígido	4,6	8.448,30
Vidro	2,4	4.388,60
Matéria orgânica	51,4	94.335,10
Outros	16,7	30.618,90
Total	100,0	183.481,50

Fonte: Manual de Saneamento da FUNASA, 2006.

Apesar de os resíduos sólidos domiciliares no Brasil apresentarem alto percentual de resíduos orgânicos, as experiências de compostagem da fração orgânica ainda são incipientes. O resíduo orgânico, por não ser coletado e separado, acaba sendo encaminhado para disposição final junto com os resíduos perigosos e com aqueles que deixaram de ser coletados de maneira seletiva. Esta forma de destinação gera, para a maioria dos municípios, despesas que poderiam ser evitadas caso a matéria orgânica fosse separada na fonte e encaminhada para um tratamento específico, por exemplo, via compostagem (Ipea, 2012).

A Lei nº 12.305/2010 (Brasil, 2010) em seu Artigo 3º, inciso VII, considera a compostagem como uma forma de destinação final ambientalmente adequada de resíduos. Cabe destacar que esta mesma lei estabelece como prioridade para a gestão e o gerenciamento dos resíduos sólidos (Artigo 9º) “a não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos”

Pereira e Melo (2008), defendem que a geração de resíduos sólidos urbanos é diretamente proporcional ao consumo. De fato, quanto mais se consome e quanto mais recursos são utilizados, mais resíduos são produzidos. Nesse caso, ressalta-se a necessidade da gestão de resíduos sólidos urbanos, tendo em vista que diferentemente do meio natural, a cidade não pode desfazer-se dos resíduos gerados onde o consumo é cada vez maior. Os resíduos sólidos urbanos, por sua

vez, merecem devida atenção aos poderes públicos municipais para que os impactos por eles gerados sejam minimizados.

Campos et al. (2007), afirmam que nos últimos anos a sociedade vem se preocupando com a preservação da qualidade de vida e do meio ambiente e, por isso, a gestão dos chamados Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) tornou-se primordial. A geração dos RSU se dá mediante o desenrolar das atividades econômicas dentro do modelo de industrialização baseado na exploração dos recursos naturais, ampliada pelo crescimento populacional e por uma cultura consumista. Assim, a sociedade acaba por gerar mais resíduos do que consegue tratar. Silva, Santos e Bortoli (2008), explicam que os Resíduos Sólidos Urbanos normalmente têm como destino final o “lixão”, aterros controlados, aterros sanitários e em menor escala destinados a usinas de compostagem e incineradores. Campos et al. (2007, p.4) esclarecem que

[...] no Brasil, é possível dizer que a Gestão Integrada de RSU teve seu início ainda no século XVIII, quando o então imperador Dom Pedro II assinou o Decreto nº 3024, que aprovou um contrato de limpeza e irrigação da cidade de São Sebastião do Rio de Janeiro. Desde então foram diversas alterações.

O Gerenciamento dos RSU de forma integrada significa: limpar o município por meio de um sistema de coleta, transporte, tratamento e destinação final adequada; tendo consciência de que todas as ações e operações envolvidas estão interligadas, influenciando umas às outras; e conceber um modelo de gestão apropriado para cada município, considerando suas particularidades (CEMPRE, 2002).

A reciclagem surge como um caminho para tratamento dos RSU e geração de renda. Ainda segundo Campos et al. (2007, p.2) “[...] a reciclagem pode ser entendida como um conjunto de técnicas que tem por finalidade reaproveitar os materiais e reutilizá-los no ciclo de produção dos quais saíram”. Contudo, a reciclagem é apenas uma das ações que podem ser realizadas para a redução e tratamento dos RSU.

Monteiro et al. (2001), explicam que há fatores que devem ser considerados quanto à geração de resíduos, pois o tipo e quantidade também são influenciados por alguns fatores, tais como: fatores socioeconômicos, nível cultural, nível educacional, poder aquisitivo, poder aquisitivo (no mês), poder aquisitivo (na semana), desenvolvimento tecnológico, lançamento de novos produtos, promoções

de lojas comerciais ou campanhas ambientais.

2.2. Compostagem

A compostagem não é uma prática nova, mas está ganhando popularidade, ao passo que há uma tendência maior de preocupação com a sustentabilidade. Há muito tempo agricultores já utilizavam o método de reciclagem do resíduo doméstico para obtenção de fertilizante orgânico (eCycle, 2015, p.1)

No oriente médio, principalmente na China a compostagem vem sendo aplicada há alguns séculos. Já no ocidente, ficou conhecida em 1920, a partir dos primeiros experimentos de Sir Albert Howard. O Inglês Howard foi considerado o precursor da agricultura orgânica, onde o legado de maior repercussão foi o primeiro método de compostagem na província Indiana de Indore, onde tentou efetuar a compostagem com resíduos de uma só natureza e concluiu que era necessário misturar diversos tipos (Fernandes e Silva, 1999).

Também na Europa, a técnica era usada durante os séculos XVIII e XIX pelos agricultores que transportavam os seus produtos para as cidades em crescimento e, em troca, regressavam às suas terras com os resíduos sólidos urbanos das cidades para utilizá-los como corretivos orgânicos do solo. Assim, os resíduos eram quase completamente reciclados por meio da agricultura.

Ao passar do tempo, a expansão das áreas urbanas, o aumento populacional e do consumo alteraram os métodos de depósito, gestão dos resíduos sólidos e, principalmente, a qualidade dos mesmos, que acabaram tornando-se cada vez mais inadequados para o processo de compostagem. Logo, a técnica perdeu popularidade. Entretanto, nos dias de hoje, com a pressão para a utilização de métodos direcionados para a preservação do meio ambiente, há um novo interesse em compostar os restos de comida em casa como uma solução para a redução do volume de resíduos domésticos que são encaminhados para os aterros.

Esse hábito ainda pode fornecer uma opção saudável de adubo orgânico para plantas e hortas. Com isso, cada vez mais pessoas querem colocar a mão na massa e fazer a sua própria compostagem (eCycle, 2015, p.1).

A Compostagem é um processo natural de decomposição biológica de resíduos orgânicos, sejam de origem urbana, industrial, agrícola e florestal.

De acordo com Lima (2001), o processo de compostagem foi muito usado na antiguidade, sobretudo pelos orientais que faziam uso intensivo de compostos orgânicos na produção de cereais. As técnicas empregadas eram artesanais e fundamentavam-se na formação de fileiras ou montes de resíduos que ocasionalmente eram revolvidos. Após cessar o processo de fermentação, o composto resultante era incorporado ao solo, o que favorecia o crescimento dos

vegetais.

Para Pereira Neto (1987), a compostagem é definida como um processo aeróbico controlado, desenvolvido por uma população diversificada de microrganismos, efetuada em duas fases distintas: a primeira quando ocorrem as reações bioquímicas mais intensas, predominantemente termofílicas e uma segunda fase de maturação, quando ocorre o processo de humificação.

A Compostagem fornece um composto rico em nutrientes que, disposto no solo, atua como uma esponja retendo a umidade e mantendo as propriedades dos nutrientes. Para o Compromisso Empresarial para Reciclagem – CEMPRE (2010, p.177) a compostagem é:

[...] processo natural de decomposição biológica de materiais orgânicos (aqueles que possuem carbono em sua estrutura), de origem animal e vegetal, pela ação de microrganismos. Para que ele ocorra não é necessário a adição de qualquer componente físico ou químico à massa de resíduos.

Quando este processo de decomposição microbiana, de oxidação de uma massa heterogênea de matéria orgânica é desenvolvido de uma forma controlada é denominado de compostagem (Kiehl, 1985). Nesse processo ocorre uma aceleração da decomposição aeróbica dos resíduos orgânicos por populações microbianas, pois são oferecidas as condições ideais para que os microrganismos decompositores se desenvolvam (temperatura, umidade, aeração, pH, tipo de compostos orgânicos existentes e tipos de nutrientes disponíveis).

Segundo Teixeira et al. (2004), a compostagem pode ser definida como um processo de decomposição da matéria orgânica pela ação de fungos, bactérias e outros microrganismos, que agindo em ambiente aeróbio, na presença de água, transformam matéria orgânica em composto orgânico, conhecido e comercializado também como húmus.

Monteiro et al. (2001), definem compostagem como sendo o processo natural de decomposição biológica de materiais orgânicos (aqueles que possuem carbono em sua estrutura), de origem animal e vegetal, pela ação de microrganismos.

O vocábulo inglês “compost” deu origem à palavra composto, para indicar o fertilizante, e aos tempos compostar e compostagem, para indicar a ação ou ato de preparar o adubo. Pessoas que trabalham ou comercializam o composto vêm empregando a denominação “composto orgânico” para este fertilizante e a expressão, apesar de redundante, vem se popularizando não mais causando

estranheza em seu uso (Kiehl, 1985).

Logo, observa-se que a compostagem é um método utilizado para tratar a matéria orgânica sem causar nenhum impacto ambiental, permitindo tratamento e disposição final ambientalmente adequados desses resíduos, além de fácil desenvolvimento por qualquer pessoa.

2.2.1. Fatores que afetam o processo de compostagem

Para que o material orgânico seja transformado em composto, alguns fatores são importantes, como os micro-organismos, a umidade, a temperatura, a aeração, a granulometria, a relação carbono/ nitrogênio, o fator pH (Custódio, 2011):

- Micro-organismos: São responsáveis pela decomposição da matéria orgânica. Eles estão presentes em quantidades suficientes no resíduo domiciliar. Controlando a umidade e a aeração, os microrganismos se multiplicam e auxiliam no processo de compostagem.

A transformação da matéria orgânica é resultante da ação combinada da macro e mesofauna (minhocas, formigas, besouros e ácaros) e de diferentes comunidades de microrganismos (incluindo bactérias, actinomicetes, leveduras e fungos) que predominam em diferentes fases da compostagem. Na compostagem inicialmente, atuam micro-organismos que metabolizam o nitrogênio orgânico transformando-o em amoniacal e com o decorrer da decomposição, a amônia pode ser perdida por volatilização ou convertida à forma de nitratos, pela nitrificação, fenômeno que é acidificante e contribui para que o composto maturado seja mais ácido do que o material original. Porém se houver condições de anaerobiose, o nitrato será perdido por desnitrificação e este fenômeno tem efeito alcalinizante (Oliveira e Dantas, 1995).

- Temperatura: É fundamental para garantir a destruição térmica de microrganismos patogênicos. A temperatura ótima para o processo deve ser na faixa de 55°C. Acima de 65° C, a temperatura retarda a atividade dos micro-organismos aumentando o tempo de compostagem.

O desenvolvimento da temperatura está relacionado com vários fatores, materiais ricos em proteínas, baixa relação Carbono/Nitrogênio, umidade e outros. Materiais moídos e peneirados, com granulometria fina e maior homogeneidade, formam montes com melhor distribuição de temperatura e menor perda de calor.

De acordo com Kiehl (1998), no processo de compostagem, a atividade microbiológica atinge alta intensidade, provocando a elevação da temperatura no interior das leiras, chegando a valores de até 65° C, ou mesmo superiores, em decorrência da geração de calor pelo metabolismo microbiológico de oxidação da matéria orgânica que é exotérmico.

• Umidade: É muito importante no processo de compostagem para que os microrganismos possam decompor a matéria orgânica. Para testar a umidade, aperta-se com a mão uma porção do composto:

- Se escoar água na forma de gotas, a umidade está adequada.
- Se escoar em fio há umidade excessiva. É necessário juntar resíduos como galhos, folhas, material seco.
- Se a mão permanecer seca, o composto está com falta de umidade. É necessário regá-lo com moderação.

No processo de decomposição da matéria orgânica, a umidade garante a atividade microbiológica. Isso porque, entre outros fatores, a estrutura dos microrganismos consiste de aproximadamente 90% de água e na produção de novas células, a água precisa ser obtida do meio, no caso, da massa de compostagem. Além disso, todo nutriente necessário para o desenvolvimento celular precisa ser dissolvido em água, antes de sua assimilação (Alexander, 1977).

A faixa de umidade ótima para se obter um máximo de decomposição está entre 40 a 60%, principalmente durante a fase inicial, pois é necessário que exista um adequado suprimento de água para promover o crescimento dos organismos biológicos envolvidos no processo e para que as reações bioquímicas ocorram adequadamente durante a compostagem (Merkel, 1981).

Como a compostagem é processo anaeróbico, na prática, a umidade ideal deve ser manejada com base na capacidade de aeração da massa de compostagem, ou seja, deve-se observar para características físicas como: porosidade e estrutura do material, sempre objetivando satisfazer a demanda microbiológica por oxigênio (Pereira Neto, 1998).

• Aeração: No processo de compostagem é necessária a presença de oxigênio para que os micro-organismos possam decompor a matéria orgânica. Se não houver oxigênio suficiente, a decomposição será mais lenta, produzindo odores desagradáveis.

A decomposição de matéria orgânica pode ocorrer por dois processos: na presença de oxigênio (aeróbio) e na sua ausência (anaeróbio). Quando há disponibilidade de oxigênio livre, predominam microrganismos aeróbios, sendo os agentes mais destacados os fungos, bactérias e actinomicetes (Peixoto, 1981).

Para Kiehl(1998), uma compostagem mal conduzida pode levar a oxidação anaeróbia, acompanhada de putrefação e mau cheiro eliminado na atmosfera, na forma de gás ácido sulfídrico, mercaptanas (dimetildisulfeto, metilmercaptanas e outros produtos contendo enxofre, todos com cheiro de “ovo podre”). O processo aeróbio é caracterizado pela alta temperatura desenvolvida no composto, pelo menor tempo de degradação da matéria orgânica e pelas reações de oxidação e oxigenação que se dão no processo, conduzindo o substrato a ter no final um pH próximo de 7,0. O odor desagradável pode ser reduzido por revolvimento da leira, ou por outro meio de aeração, transformando o processo de anaeróbio para aeróbio.

- Granulometria: Quanto menor for o tamanho dos restos de matéria orgânica, maior será a superfície de exposição ao oxigênio, acelerando o processo de compostagem. Porém, os restos exageradamente pequenos causam a compactação do composto dificultando a aeração e conseqüentemente a eficiência do processo.

- Relação Carbono/Nitrogênio: A relação carbono/nitrogênio (C/N) da matéria orgânica a ser composta é um importante fator para a velocidade do processo de compostagem. O resíduo orgânico doméstico (restos de alimentos) é rico em nitrogênio (N), e restos de grama, folhas, galhos são ricos em carbono (C). A proporção C/N é que regula a ação dos microrganismos na transformação dos resíduos em adubo, sendo necessária a mistura destes resíduos. A proporção C/N recomendada está na faixa de 25/1 a 35/1, exemplificando, precisa-se de 25 partes de Carbono (C) para cada parte de Nitrogênio (N).

A compostagem consiste em se criar condições de dispor, em local adequado, as matérias primas ricas em nutrientes orgânicos, especialmente, que contenham relação C/N favorável ao metabolismo dos organismos que vão efetuar sua biodigestão (Peixoto, 1981). Segundo Kiehl (1998), o acompanhamento da relação C/N durante a compostagem permite conhecer o andamento do processo, pois quando o composto atinge a semicura, ou bioestabilização, a relação C/N se situa em torno de 18/1, e quando atinge a maturidade, ou seja, transformou-se em produto acabado ou humificado, a relação C/N se situa em torno de 10/1.

- Fator pH: A compostagem como é um processo aeróbio provoca o aumento do pH. No início do processo de compostagem o pH é caracteristicamente ácido, variando entre 05 e 06 dias. No decorrer do processo o pH torna-se alcalino com valores maiores que 7,0.

É importante ressaltar que o pH é um dos parâmetros para análise de qualidade para o composto orgânico (Valoriza, 2006).

2.2.2. Fases da compostagem

O processo de compostagem não se limita apenas à adição e mistura de materiais orgânicos em pilhas, mas envolve a escolha dos materiais, seleção do sistema de compostagem, o local onde será realizado, como também, a disponibilidade desses materiais para que o processo se complete.

Kiehl (1998), relata que durante o processo de compostagem é possível observar três fases: uma primeira inicial e rápida de fitotoxicidade ou de composto cru ou imaturo, seguida de uma segunda fase de semi-crua ou bioestabilização, para atingir finalmente a terceira fase, a humificação, acompanhada da mineralização de determinados componentes da matéria orgânica.

As fases da compostagem estão apresentadas na Figura 1, relacionado à temperatura e ao tempo em dias de compostagem.

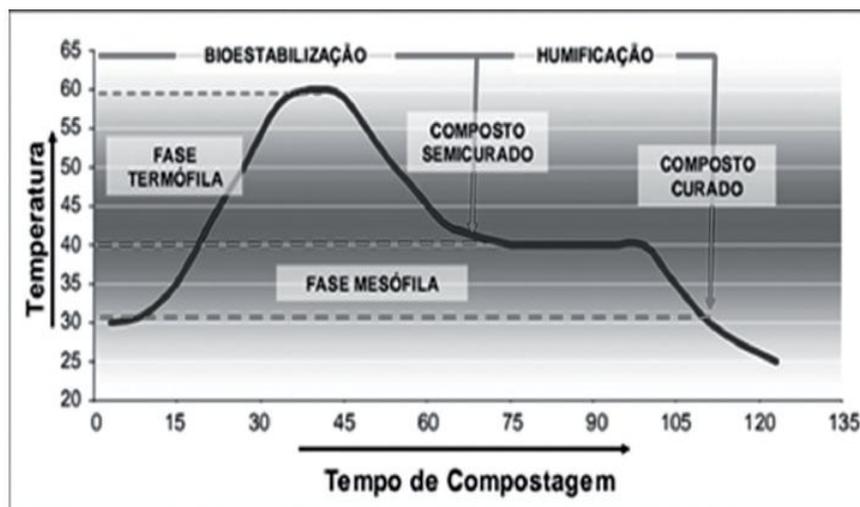


Figura 1: Fases da Compostagem.

Fonte: Pereira Neto, 1996.

Para Pereira Neto(1996), o processo de compostagem acontece em fases, sendo elas muito distintas umas das outras. Suas principais características são:

1ª) Fase mesofílica:

Nessa fase, fungos e bactérias mesófilas (ativas a temperaturas próximas da temperatura ambiente), que começam a se proliferar assim que a matéria orgânica é aglomerada na composteira, são de extrema importância para decomposição do resíduo orgânico. Eles vão metabolizar principalmente os nutrientes mais facilmente encontrados, ou seja, as moléculas mais simples. As temperaturas são moderadas nesta fase (cerca de 40°C) e ele tem duração de aproximadamente de 15 dias.

2ª) Fase termofílica:

É a fase mais longa, e pode-se estender por até dois meses, dependendo das características do material que está sendo compostado. Nessa fase, entram em cena os fungos e bactérias denominados de termofílicos ou termófilos, que são capazes de sobreviver a temperaturas entre 65°C e 70°C, há influência da maior disponibilidade de oxigênio - promovida pelo revolvimento da pilha inicial. A degradação das moléculas mais complexas e a alta temperatura ajudam na eliminação de agentes patógenos.

3ª) Fase da maturação:

É a última fase do processo de compostagem, podendo durar até dois meses. Nessa fase há a diminuição da atividade microbiana, juntamente com as quedas gradativas de temperatura (até se aproximar da temperatura ambiente) e acidez, antes observada no composto. É um período de estabilização que produz um composto maturado. A maturidade do composto ocorre quando a decomposição microbiológica se completa e a matéria orgânica é transformada em húmus, livre de toxicidade, metais pesados e patógenos.

O produto gerado a partir desse processo de degradação recebe o nome de composto orgânico, que é um material estável, rico em substâncias húmicas e nutrientes minerais, que pode ser utilizado em hortas, jardins e para fins agrícolas, como adubo orgânico, devolvendo à terra os nutrientes de que necessita, e evitando o uso de fertilizantes sintéticos.

Segundo Aquino (2005), os resíduos orgânicos sofrem transformações metabólicas desde que fornecidas às condições de umidade, aeração, microrganismos como bactérias, fungos, actinomicetos, protozoários, algas, além de larvas, insetos, etc., que tem na matéria orgânica "in natura" sua fonte de matéria e energia. Como resultado da digestão da matéria orgânica por esses organismos, ocorre à liberação como nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio se

transformando em nutrientes minerais. Ou seja, esses elementos, antes imobilizados na forma orgânica, tornam-se disponíveis para as plantas em um processo conhecido como mineralização.

2.2.3. Caracterização de materiais para compostagem

Muito relevante para o processo de compostagem é a composição química dos vários materiais utilizados na mistura inicial, uma vez que determina a sua suscetibilidade à decomposição microbiana. Materiais contendo hidratos de carbono, lipídios e proteínas, constituem uma fonte ideal de carbono e energia para os microrganismos, enquanto materiais que possuam uma porção elevada de celulose e lenhina e pouca disponibilidade em compostos azotados serão degradados muito lentamente (Batista & Batista, 2007).

Os resíduos orgânicos, ou material decomponível, são compostos ricos em carbono, encontrados na natureza, na forma de esterco de animais, restos de alimentos e vegetais (folhas, talos, etc), lodo de esgoto e outros (Kiehl, 1985).

Uma boa porcentagem do resíduo urbano recolhido é composto desses materiais.

Praticamente todo tipo de resíduo de cozinha facilmente putrescível e de jardim pode ser compostado (Custódio, 2011):

- Restos de legumes, verduras, frutas, alimentos;
- Filtros de café, cascas de ovos e saquinhos de chá;
- Galhos, folhas, cascas, podas de árvores;
- Papel de cozinha, caixas para ovos e jornal;
- Palhas secas e gramas (pequenas quantidades).

Além desses, podem-se acrescentar (Ribeiro, 2003):

- Dejetos de animais (esterco de galinha, porco, carneiro, etc);
- Resíduos de culturas (cascas de arroz, palha de milho, vagem seca de feijão, casca seca de café);
- Folhas e ramos de mandioca e bananeira;
- Serragem.

Segundo Custódio (2011), a serragem pode ser substituída por folhas secas, restos de plantas, ou podas de gramas.

É importante ressaltar que nem todos os resíduos sólidos podem ir para a

composteira, pois podem atrair ratos, como por exemplo: restos de carnes, peixes e gorduras. O ideal é a utilização de legumes, verduras, frutas, cascas, entre outros (Custódio, 2011).

De acordo com Cunha Queda (1999), a diversidade, quantidade, qualidade e complexidade de substratos potencialmente destinados à compostagem são muito grandes, pois os resíduos que são utilizados no processo de compostagem são normalmente resíduos orgânicos biodegradáveis de origem agropecuária, agroindustrial e urbana. Na Figura 2, a seguir, estão os vários tipos de resíduos potencialmente utilizáveis na compostagem.

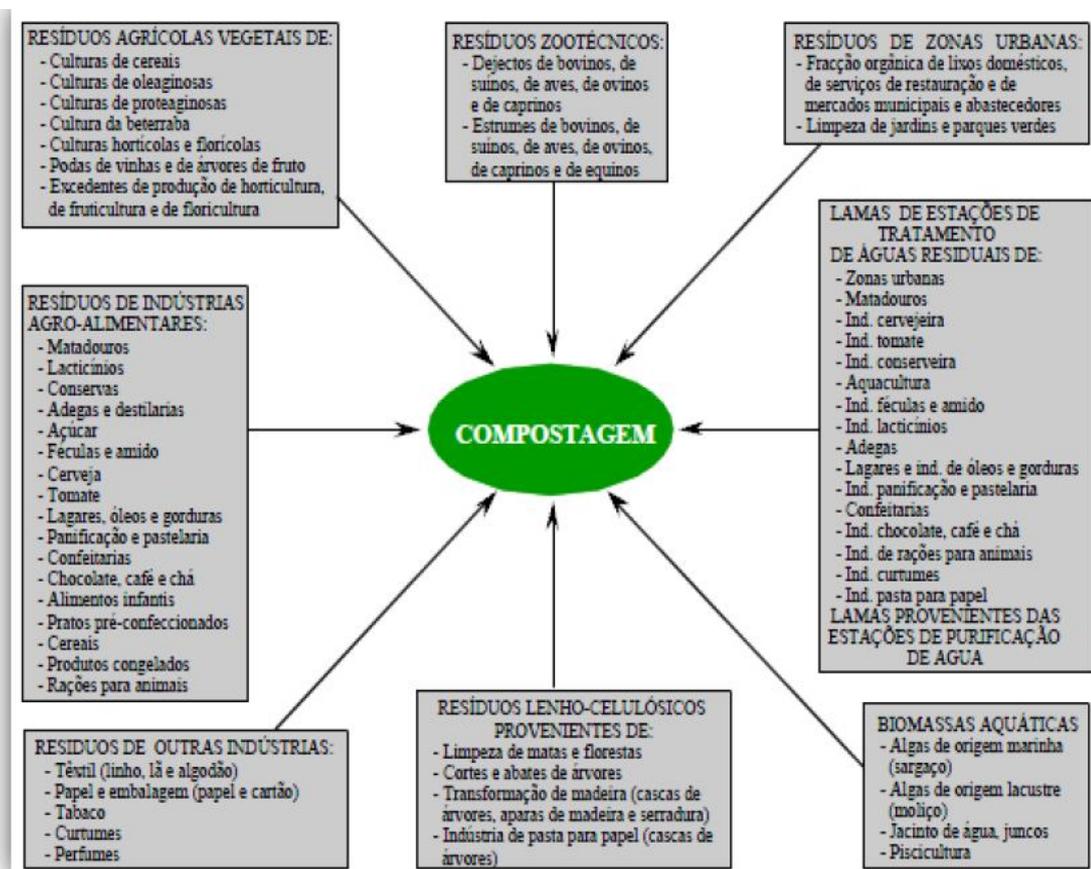


Figura 2: Resíduos Orgânicos potencialmente utilizáveis na compostagem.

Fonte: Cunha Queda (1999).

2.2.4. Tipos de composteiras

A composteira nada mais é do que o lugar (ou a estrutura) próprio para o depósito e processamento do material orgânico. É nesse local que irá ocorrer a compostagem, a transformação do resíduo orgânico em adubo. Ela pode ter diversos formatos e tamanhos, dependendo do volume da matéria orgânica que é produzida e também

do espaço livre disponível para sua alocação.

Seguem alguns tipos de composteiras (Custódio, 2011):

- Compostor Pilha: Consiste em amontoar o material a compostar em forma de uma pilha tipo pirâmide, intercalando as camadas de restos de cozinha e de plantas, em pátios de compostagem, preferencialmente com solo impermeabilizado para evitar infiltrações de líquidos. Recomenda-se que a pilha tenha 2 metros de diâmetro na base e pelo menos 1 metro de altura.

- Buraco na Terra: Outra forma de reciclar a matéria orgânica sem usar um compostor consiste em escavar um buraco na terra com cerca de 60 cm de diâmetro e de 24/50 cm de profundidade e colocar os resíduos, cobrindo-os com uma camada de terra ou de folhas secas.

- Compostor de madeira ou de plástico: Feito a partir de uma caixa de madeira ou plástico, tipo caixa de fruta com tampa e com as dimensões de 1X1X1m em cada cuba. Os lados entre as cubas podem ser de rede e furadas por baixo, de modo a evitar cheiros e facilitar a entrada de micro-organismos. A vantagem deste tipo de compostor é a praticidade, além de ajudar a reter o calor e a umidade indispensáveis para a compostagem.

- Compostor Duplo: Consiste em colocar no interior de um caixote de lixo dois tijolos e outro caixote menor por cima dos tijolos. Os caixotes devem ser perfurados por baixo e dos lados.

- Compostor de arame/rede metálica: Os compostores de rede metálica ou plástica com 2 a 3 cm de malha também são fáceis de construir. A rede é colocada em forma de cilindro com 1m de altura e 80 cm de diâmetro, utilizando-se estacas de madeira para manter a rede de pé. Este compostor só deve ser utilizado para resíduos de quintal/jardim porque tem tendência a perder mais calor do que as caixas com partes laterais mais sólidas, tornando a decomposição mais lenta.

A composteira pode assumir diversos formatos e tamanhos - isso depende do volume de matéria orgânica que é produzida e também do espaço livre disponível para sua alocação, mas todas têm a mesma finalidade. As composteiras podem ser instaladas em casas e apartamentos e podem se encontrar tipos que contemplam, além da questão do tamanho, também a questão de preço e custo, sendo que, de qualquer forma, a compostagem caseira é uma ótima iniciativa.

2.2.5. Produção de Composto

O conceito de qualidade dos compostos deve ser abrangente, pois, além dos parâmetros propostos para avaliar a sua estabilidade e maturação, também devem ser considerados outros parâmetros como, por exemplo, a concentração em metais pesados, pH, presença de patogênicos, presença de materiais inertes, etc. (Cunha Queda, 1999).

Maturidade do composto não deve ser confundida com qualidade. 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, deve apresentar características que não torne o produto inadequado para o uso agrícola (Kihel, 1998).

Os termos estabilidade e maturidade do composto aparecem frequentemente na literatura com entendimento similar. Entretanto, os dois termos são sinônimos. Estabilidade é um estágio na decomposição da matéria orgânica e é uma função da atividade biológica. Maturidade é uma condição orgânico- química do composto que indica a presença ou ausência de ácidos orgânicos fitotóxicos (Epstein, 1997). As definições de estabilização e de maturação são objeto de controvérsia e, conseqüentemente a diferença entre composto estabilizado e composto maturado. Os indicadores de estabilidade dos compostos são referidos por vários autores como sendo os que estão relacionados com a avaliação da atividade microbiológica e, conseqüentemente, com o grau de transformação dos componentes da biomassa facilmente biodegradável (Oliveira, 2010).

Quanto à maturidade, Kihel (1998) classifica o composto em:

a) Imaturo: matéria orgânica que na leira já entrou em degradação parcial, desenvolveu temperatura mesófila, mas ainda não pode ser considerada bioestabilizada;

b) Semicurado ou bioestabilizado: composto com relação C/N igual ou menor que 18/1, pH acima de 6,0 e que permaneceu por um bom período na fase termófila e que não é considerado danoso para sementes ou raízes de mudas transplantadas. É contudo, um material que deve completar sua maturação;

c) Maturado ou humificado: composto altamente estabilizado, resultado de um longo período de decomposição, tendo produzido húmus e sais minerais nutrientes para as plantas. Apresenta boas propriedades físicas, químicas e físico-químicas.

Sabe-se que um vegetal não se desenvolve normalmente se não tiver os nutrientes necessários para seu crescimento. E o processo de compostagem, além de reduzir consideravelmente a quantidade de resíduos sólidos descartados de forma incorreta, é transformado em um composto rico em nutrientes, com minerais essenciais como: nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre, boro, cobre, ferro, manganês, zinco, molibdênio e cloro. Alguns deles são requisitados em maiores quantidades e outros em menores quantidades.

Giracca e Nunes (2015), afirmam que os nutrientes indispensáveis são absorvidos pelas plantas em quantidades específicas e podem ser divididos de acordo com a concentração relativa dos tecidos da planta em micro e macronutrientes. Os macronutrientes N, K, Ca, Mg, P e S, fazem parte das moléculas essenciais, são necessários em grandes quantidades e tem função estrutural. Os micronutrientes Cl, Fe, B, Mn, Zn, Cu e Mo, fazem parte das enzimas e tem função reguladora, sendo necessários em quantidade menores. Essa divisão não significa que um nutriente seja mais importante do outro, apenas que eles são necessários em quantidades e concentrações diferentes.

Ainda de acordo com Giracca e Nunes (2015), para se entenderem os resultados é necessário conhecer cada nutriente de que a planta necessita:

Nitrogênio (N) – É um dos nutrientes mais exigidos quantitativamente pela maioria das plantas, tendo papel fundamental no metabolismo vegetal. Atua em todas as fases, crescimento, floração e frutificação.

Fósforo (P) – Dos macronutrientes primários, o fósforo é absorvido em menores quantidade que os demais, entretanto sua presença no solo é indispensável para o crescimento da produção vegetal. Interfere nos processos de fotossíntese, respiração, armazenamento e transferência de energia, divisão celular, crescimento das células.

Potássio (K) – É um dos macronutrientes mais consumidos pela planta, juntamente com o nitrogênio. Favorece a fotossíntese, formação de raízes, amadurecimento dos frutos, resistência ao frio.

Cálcio (Ca) – Contribui para o fortalecimento de todos os órgãos das plantas, principalmente raízes e folhas, promove a redução da acidez do solo.

Magnésio (Mg) – É constituinte da molécula da clorofila, por isso está diretamente ligado ao metabolismo energético das plantas. É um nutriente móvel, que, em excesso, provoca interferências na absorção de cálcio e potássio.

Enxofre (S) – Encontra-se em sua maior parte na composição das proteínas, associadas ao nitrogênio. Participa na formação de alguns aminoácidos essenciais ao metabolismo energético, intervém na síntese de compostos orgânicos, em especial vitaminas e enzimas, sendo um nutriente imóvel.

Boro (B) – Contribui para a maior força e resistência de todos os tecidos vegetais. Atua no desenvolvimento das folhas e brotos.

Cobre (Cu) – Tem importância na fotossíntese, respiração, redução e fixação de nitrogênio, sendo um nutriente móvel.

Ferro (Fe) – É essencial ao metabolismo energético, atuando na fixação do nitrogênio e desenvolvimento do tronco e raízes, é um nutriente imóvel.

Manganês (Mn) - É ativador enzimático, controlando reações de oxi-redução, essenciais à fotossíntese e síntese da clorofila, sendo nutriente imóvel.

Zinco (Zn) - É fundamental para a síntese das proteínas, desenvolvimento das partes florais, produção de grãos e sementes e maturação precoce das plantas.

Molibdênio (Mo) – é essencial para a fixação de nitrogênio e assimilação de nitratos, sendo um nutriente imóvel.

Cloro (Cl) – Está ligado ao metabolismo da água e a transpiração das plantas, além de participar da fotossíntese.

2.3. Meio Ambiente

De acordo com a resolução CONAMA 306:2001 (Conama, 2002), “Meio Ambiente é o conjunto de condições, leis, influência e interações de ordem física, química, biológica, social, cultural e urbanística, que permite, abriga e rege na vida em todas as suas formas”.

Já a ISO 14001:2004(ABNT, 2004) dá a seguinte definição sobre meio ambiente:

É a circunvizinhança em que uma organização opera, incluindo-se ar, água, solo, recursos naturais, flora, fauna, seres humanos e suas inter-relações. Uma organização é responsável pelo meio ambiente que a cerca, devendo, portanto respeitá-lo, agir como não poluente e cumprir as legislações e normas pertinentes.

A partir do momento em que o homem passou a ter conhecimento de suas atitudes em relação ao meio ambiente, passou a entender que é parte integrante deste. Por meio desta conscientização procurou-se buscar alternativa, para

minimizar os problemas já causados no ambiente, uma vez que a própria natureza se encarregou de manifestar esses efeitos negativos (Oliveira et al., 2012).

Loureiro, Layrargues e Castro (2009), esclarecem a necessidade de despertar nas pessoas a conscientização em relação ao meio ambiente a partir dos desafios colocados pela sociedade.

Essa conscientização passou a levar os seres humanos a discussões a respeito do meio ambiente, com o objetivo de provocar mudanças atitudinais no homem, levando a práticas de educação ambiental. Neste contexto surgiram as ONGs, as comunidades alternativas, os ambientalistas e outras entidades em defesa da preservação das fontes naturais (Oliveira et al., 2012).

O momento atual exige que a sociedade esteja mobilizada para assumir um caráter mais propositivo, assim como para poder questionar de forma concreta a falta de iniciativa dos governos para implantar políticas pautadas pelo binômio, sustentabilidade e desenvolvimento num contexto de crescentes dificuldades para inclusão social. Para tanto é importante o fortalecimento das organizações sociais e comunitárias, a redistribuição de recursos, mediante parcerias, de informação e capacitação para participar crescentemente dos espaços públicos de decisão e para construção de instituições pautadas por uma lógica de sustentabilidade (Jacobi, 2003).

Desde 1972, na conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente Humano, realizada em Estocolmo, o Plano de Ação Mundial e a Declaração sobre o Ambiente Humano ficou definida a importância da ação educativa nas questões ambientais. Partindo daí o primeiro programa internacional de Educação Ambiental, foi consolidado em 1975 pela Conferência de Belgrado.

Entende-se por educação ambiental os processos por meio dos quais o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente, bem de uso comum do povo, essencial à sadia qualidade de vida e sua sustentabilidade - Política Nacional de Educação Ambiental (Brasil, 2002).

Já para Loureiro (2004), a Educação Ambiental é uma perspectiva que se inscreve e se dinamiza na própria educação, formada nas relações estabelecidas entre as múltiplas tendências pedagógicas e do ambientalismo, que têm no “ambiente” e na “natureza” categorias centrais. Neste posicionamento, a adjetivação “ambiental” se justifica tão somente à medida que serve para destacar dimensões

“esquecidas” historicamente pelo fazer educativo, no que se refere ao entendimento da vida e da natureza, e para revelar ou denunciar as dicotomias da modernidade capitalista e do paradigma analítico linear, não dialético, que separa: atividade econômica, ou outra, da totalidade social; sociedade e natureza; mente e corpo; matéria e espírito, razão e emoção.

De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais (Brasil, 1997), a Educação Ambiental é uma dimensão da educação, é atividade intencional da prática social, que deve imprimir ao desenvolvimento individual um caráter social em sua relação com a natureza e com os outros seres humanos, visando potencializar essa atividade humana com a finalidade de torná-la plena de prática social e ética ambiental.

É um processo em que se busca despertar a preocupação individual e coletiva para a questão ambiental, garantindo o acesso à informação em linguagem adequada, contribuindo para o desenvolvimento de uma consciência crítica e estimulando o enfrentamento das questões ambientais e sociais. Desenvolve-se num contexto de complexidade, procurando trabalhar não apenas a mudança cultural, mas também a transformação social, assumindo a crise ambiental como uma questão ética e política (Mousinho, 2003).

3. MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi realizado na Escola Municipal de Ensino Fundamental Professor Luiz Ribeiro Muniz, no bairro Martim de Sá, na cidade de Caraguatatuba, Estado de São Paulo (Figura 3). Foram utilizados resíduos sólidos orgânicos provenientes da merenda escolar, coletados no período de 02 à 05 de março de 2015. Os resíduos foram armazenados sob refrigeração até a obtenção de quantidade suficiente para o início do processo.

O município de Caraguatatuba localiza-se na Latitude: 23° 37' 13" Sul e Longitude: 45° 24' 25" Oeste, estendendo-se por uma área de 483,95 km² e atualmente conta com uma população de 105.571 habitantes (Caraguatatuba, 2013). O município conta atualmente com 47 escolas municipais, sendo 28 escolas de ensino fundamental e 21 Centros de Educação Infantil.



Figura 3: Local de desenvolvimento do trabalho, partindo da cidade de Caraguatatuba, bairro Martim de Sá e escola Prof. Luiz Ribeiro Muniz.

Fonte: Autora.

Dentro do período estipulado, e após definição dos tipos de resíduos utilizados, foram coletados inicialmente um total de 11,354 kg. Devido ao tamanho das composteiras foram utilizados, do total coletado, somente 5,988 kg e separados conforme descrito abaixo:

Experimento A – cascas de banana = 2,394 Kg;

Experimento B – cascas de laranja = 1,594 Kg;

Experimento C – cebola, cenoura, casca de laranja, casca de banana e folhas de alface = 2,000 Kg.

Pensando em montar um processo prático e limpo para a realização da compostagem, foram utilizadas três caixas plásticas (Figura 4) nas quais foram realizados 12 furos para facilitar a circulação de ar durante o processo de aeração. As caixas foram colocadas em um externo, ao lado do pátio da escola.

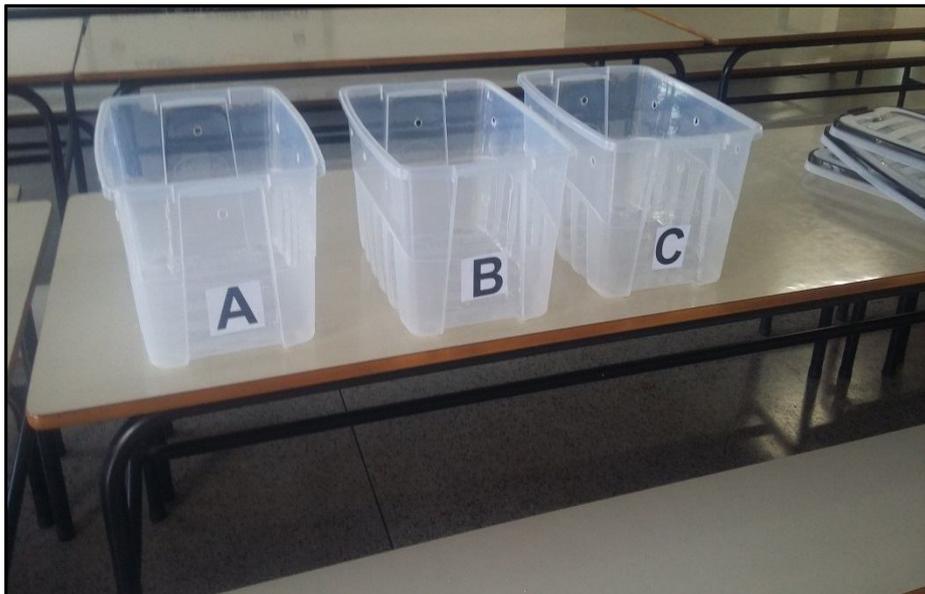


Figura 4: Caixas furadas com tampa.

Fonte: Autora.

Os resíduos separados, foram picados em fragmentos pequenos (Figura 5) e as composteiras montadas intercalando as camadas de serragem com camadas de resíduos sólidos orgânicos até completar 90% do volume da caixa.



Figura 5: Montagem das composteiras.
Fonte: Autora.

Tabela 2: Quantidade de material utilizado nos experimentos.

Resíduo Orgânico	Peso do Resíduo	Peso da Serragem	Valor do peso total Inicial
A – Banana	2,394 kg	601,7 g	2,995 kg
B – Laranja	1,594 kg	512,8 g	2,106 kg
C – Misto	2 kg	683,2 g	2,683 kg

Fonte: Autora.

Os materiais contidos nas composteiras foram revolvidos semanalmente, visando a retirada do excesso de umidade e a oxigenação da mistura (aeração). Todo esse processo tem como objetivo acelerar a velocidade de decomposição e pelo revolvimento resolver alguns problemas da compostagem como a falta de oxigênio e o excesso de umidade. As temperaturas foram medidas semanalmente.

As mesmas eram medidas com o auxílio de um Termômetro Digital Incoterm 6132, tipo espeto, com amplitude de medida, de -45°C a $+230^{\circ}\text{C}$, com precisão de 1°C .

A pesquisa foi realizada no período de 05 de março a 12 de junho 2015.

Na Figura 6, seguinte, pode-se observar o controle da temperatura nas composteiras.



Figura 6: Controle da temperatura nas composteiras.
Fonte: Autora.

A Figura 7, abaixo, apresenta o gráfico das temperaturas observadas nas composteiras durante o experimento.

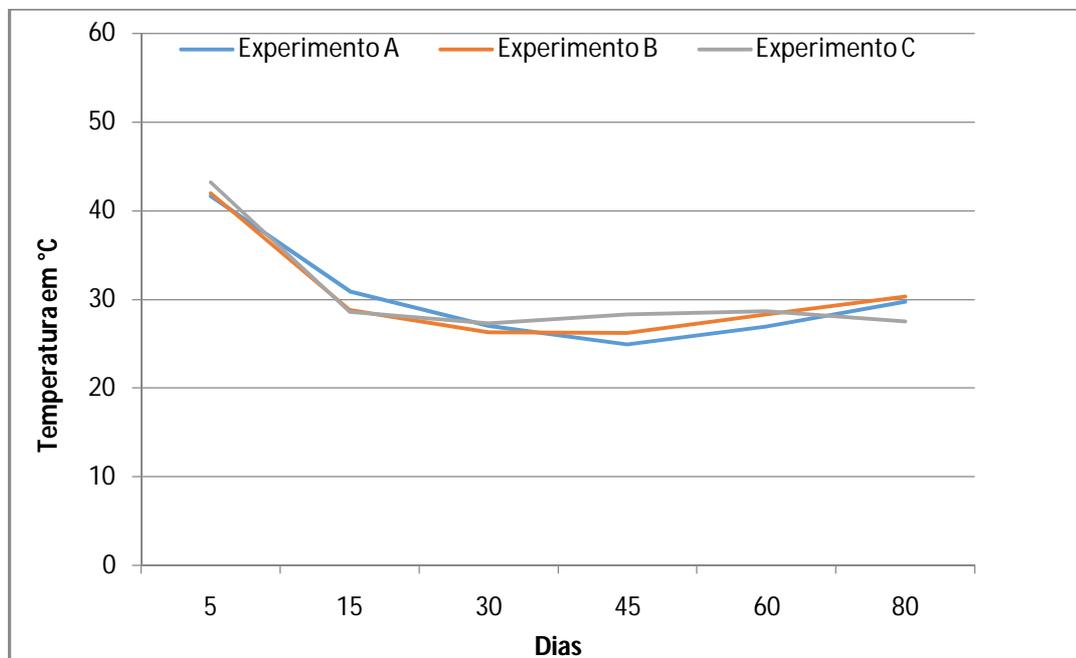


Figura 7: Gráfico da temperatura nas composteiras.
Fonte: Autora.

Nos três experimentos foram registradas temperaturas iniciais acima de 40°C. De acordo com Fernandes (1999), temperaturas entre 40° e 60°C no segundo ou

terceiro dia, o processo pode apresentar um estado de equilíbrio, com todas as chances de ser bem sucedido.

Para Pereira Neto (2014), geralmente pode ser observada uma fase inicial termofílica com temperaturas entre 45 - 75°C, seguido pela fase mesófila, com temperaturas entre 30 - 45°C, e fase de maturação, apresentando temperaturas abaixo de 30°C.

Após aproximadamente 90 dias o composto apresentava-se solto, com cor escura e cheiro de terra, que significa, segundo Sartori et al. (2014), que o composto apresentava-se pronto para utilização. Ainda segundo a mesma autora, o composto apresenta-se estabilizado dentro de 30 a 60 dias, e curado entre 90 a 120 dias, após esse período está pronto para ser utilizado.

A Figura 8 mostra o composto finalizado pronto para utilização. Já a Figura 9, as amostras enviadas ao laboratório.



Figura 8: Composto finalizado.

Fonte: Autora.



Figura 9: Pesagem das amostras dos compostos finalizados.
Fonte: Autora.

É importante relatar que não ocorreram problemas como: processo lento, cheiro podre, cheiro de amônia, temperatura demasiada baixa, temperatura alta ou ainda, atração de animais, conforme destaca Pereira Neto (1996).

Para medir o pH, os compostos foram misturados à água desmineralizada, filtrados e submetidos à análise no peagômetro, conforme Figuras 10 e 11.



Figura 10: Mistura do composto com água desmineralizada.
Fonte: Autora.

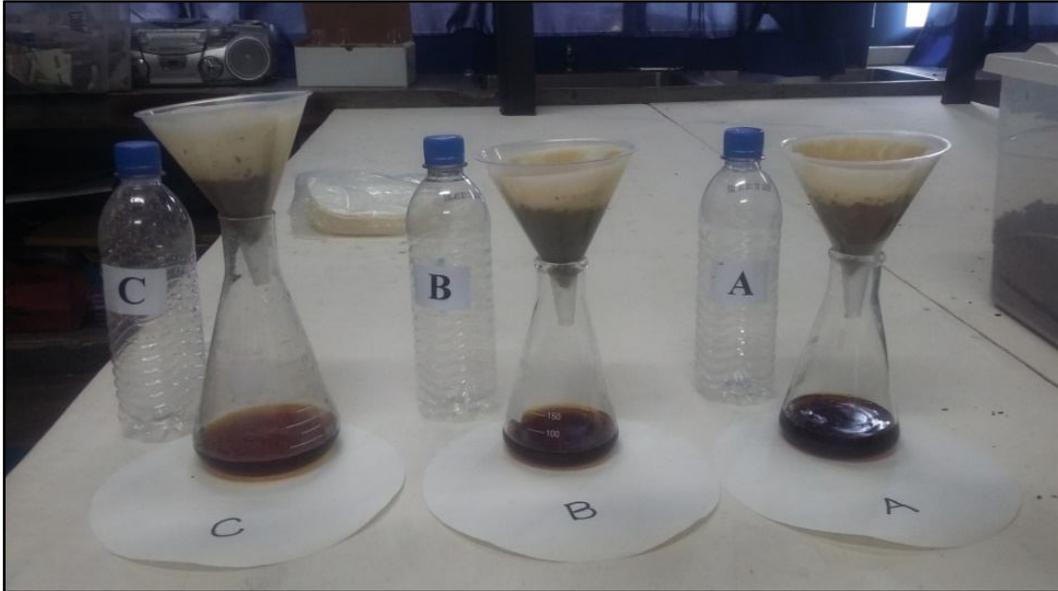


Figura 11: Filtragem dos compostos.

Fonte: Autora.

Após os três meses de desenvolvimento da pesquisa, uma amostra do composto foi enviada para o Laboratório de Nutrição de Plantas da UNESP de Ilha Solteira para análise química. A verificação do pH foi realizada no final do processo, no Laboratório de Química do Centro Universitário Módulo em Caraguatatuba.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 3, a seguir, observam-se os valores dos nutrientes encontrados nos alimentos utilizados nos experimentos A, B e C da pesquisa (USP, 2014). Já na Tabela 4, também abaixo, são encontrados os resultados obtidos pela análise do composto final dos três experimentos da pesquisa.

Tabela 3: Composição química dos alimentos utilizados.

	Fósforo	Potássio	Cálcio	Magnésio	Ferro	Zinco
	P g/kg	K g/kg	Ca g/kg	Mg g/kg	Fe mg/kg	Zn mg/kg
Casca de Banana	-	0,3	0,067	0,03	12,6	10
Casca de Laranja	0,021	0,21	0,161	0,022	8	2,5
Cebola	0,029	0,15	0,023	0,01	2,1	1,7
Cenoura	0,035	0,32	0,033	0,012	3	2,4
Alface	0,020	0,14	0,018	0,007	4,1	1,5

Fonte: USP, 2014.

Tabela 4: Análise das amostras dos Compostos.

Amostra	Resultados Analíticos										
	Nitrogênio	Fósforo	Potássio	Cálcio	Magnésio	Enxofre	Boro	Cobre	Ferro	Manganês	Zinco
	N g/kg	P g/kg	K g/kg	Ca g/kg	Mg g/kg	S g/kg	B mg/kg	Cu mg/kg	Fe mg/kg	Mn mg/kg	Zn mg/kg
A											
Casca de Banana	9,8	1,1	20,0	3,8	1,5	0,9	11	44	350	103	12
B											
Casca de Laranja	10,5	1,0	10,0	8,6	1,2	0,9	27	92	289	22	31
C											
Casca de Banana, Laranja, Cebola, Cenoura e Alface	16,5	2,0	12,5	9,7	1,5	2,3	30	39	742	41	48

Fonte: Autora.

Comparando os resultados da Tabela 3 com os resultados da Tabela 4 verifica-se que em todos os experimentos houve um aumento da concentração dos nutrientes, podendo ser proveniente da serragem utilizada durante o processo de pesquisa.

Conforme Klock et al., (2005), os principais elementos encontrados na química da madeira são carbono (C), hidrogênio (H), oxigênio (O), nitrogênio (N), além do cálcio (Ca), potássio (K) e magnésio(Mg) em pequenas quantidades entre outros.

Verifica-se que em relação ao Cálcio (Ca), o composto “C” apresenta maiores quantidades de nutrientes, mantendo a característica da composição inicial, com a média de todo o resíduo orgânico utilizado, enquanto que o composto realizado só de cascas de banana (experimento “A”) apresenta menores quantidade de cálcio. O mesmo aconteceu com o Zinco (Zn). Analisando o Ferro (Fe), o Magnésio (Mg) e o Fósforo (P), o composto de casca de laranja (experimento “B”) apresentou valores menores de nutrientes, acompanhando a tabela inicial, seguido pelo composto “A”, e o misto (composto “C”) apresentou maiores valores de nutrientes, acompanhando os valores iniciais. Observa-se que com relação ao Potássio (K) pode-se verificar que o composto “A” apresenta maiores quantidades em relação aos demais compostos, em especial ao experimento “B” com menores quantidades.

Analisando os valores nutricionais do composto “C”, pode-se verificar que na maioria dos componentes os resultados foram maiores que os encontrados nos experimentos “A” e “B”, o que se pode caracterizar como um acúmulo das quantidades encontradas nos resíduos utilizados.

Segundo Giracca e Nunes (2015), sabe-se que um vegetal não se desenvolve normalmente se não tiver os nutrientes necessários para seu crescimento. O processo de compostagem, além de reduzir consideravelmente a quantidade de resíduos sólidos descartados de forma incorreta, é transformado em um composto rico em nutrientes, com minerais essenciais como: nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre, boro, cobre, ferro, manganês, zinco, molibdênio. Alguns deles são requisitados em maiores quantidades e outros em menores quantidades. Os macronutrientes N, K, Ca, Mg, P e S, fazem parte das moléculas essenciais, e nos resultados obtidos pode-se verificar que em todos os experimentos os valores encontrados foram superiores quando comparados com os da tabela da composição inicial dos alimentos utilizados.

Ainda segundo os mesmos autores, os micronutrientes B, Mn, Zn, Cu e Mo, fazem parte das enzimas e tem função reguladora, necessários em quantidades menores, e pode-se observar, através da análise de resultados, que também estão presentes da tabela que refere-se a análise do composto pronto.

Nota-se ainda, que nos três tipos de compostos realizados, apesar de algumas pequenas diferenças, todos possuem nutrientes favoráveis ao crescimento e desenvolvimento das plantas, podendo ser utilizados como adubo orgânico.

Um trabalho semelhante realizado por Aikes (2011), mostrou também a problemática dos resíduos sólidos em um condomínio domiciliar e uma solução através de sistemas que compostagem, apresentando resultados semelhantes em relação ao macronutrientes e micronutrientes, resultando também em composto de qualidade.

Outro trabalho desenvolvido por Santos e Fehr (2007), utilizando restos da merenda escolar para compostagem, teve como resultado final um pH de 7,2. No presente estudo, o resultado obtido, para o pH os experimentos “A”, “B” e “C” variou entre 7,0 e 8,0. Ainda segundo estudos de Santos e Fehr (2007), os valores estão dentro do adequado, indicando que o composto produzido apresenta qualidade.

Kiehl (2002) também cita que o pH ideal seria no mínimo 6,0 para aplicação em solos agrícolas.

Observou-se que, a partir dos resíduos da merenda escolar, é possível obter um composto de qualidade para ser utilizado em diversas culturas agrícolas. Este conceito também pode e deve ser estendido às próprias casas de alunos e comunidade escolar.

A partir do que era tratado como “lixo” da merenda escolar, foi possível transformar em composto nutritivo para ser utilizado na horta e jardim da escola - Tabela 5:

Tabela 5: Acompanhamento e Resultado Final (em peso) do Composto Orgânico produzido.

Resíduo Orgânico	Peso do Resíduo	Peso da Serragem	Valor do peso total Inicial	Enviado para análise	Composto Final
A – Banana	2,394 kg	601 g	2,995 kg	137,2 g	952,2 g
B – Laranja	1,594 kg	512 g	2,106 kg	135,5 g	866,5 g
C - Misto	2 kg	683 g	2,683 kg	134,6 g	801,6 g

Fonte: Autora.

Entende-se a compostagem como uma alternativa viável e simples para o reaproveitamento do resíduo orgânico da comunidade escolar, trazendo muitos benefícios e diminuindo o descarte destes resíduos de forma incorreta.

A partir destes resultados foi possível a elaboração de um folder explicativo

com ideias simples de como fazer uma composteirade baixo custo, e principalmente contribuindo para o meio ambiente, realizando um trabalho de educação ambiental, possível de ser executado em qualquer lugar (casa, escola, condomínios, etc).

A educação ambiental adquire um sentido estratégico na construção do processo de transição para uma sociedade sustentável. A formação implica um processo mais orgânico e reflexivo de organização do saber e da sociedade na construção de novas capacidades para compreender e intervir na transformação do mundo (Leff, 2005).

Segundo Loureiro (2009), Educação Ambiental é uma prática que dialoga com a questão ambiental. E no senso comum, essa educação visa a mudança de valores, atitudes e comportamento para o estabelecimento de uma outra relação entre o ser humano e a natureza, que deixe de ser instrumental e utilitarista, para se tornar harmoniosa e respeitadora dos limites ecológicos.

5. CONCLUSÕES

Pode-se concluir, pelos dos resultados observados na composição mineral final do composto e no pH, que o composto produzido a partir dos resíduos sólidos orgânicos, em todos os experimentos (“A” – Cascas de Bananas, “B” – Cascas de Laranja e “C” – Cascas de Banana, de Laranja, Cebola, Cenoura e Alface) foram transformados em compostos ricos em micro e macronutrientes favoráveis ao crescimento e desenvolvimento das plantas, ou seja, composto orgânico de qualidade.

O composto produzido a partir dos resíduos orgânicos não apresenta uma solução final para os problemas de saneamento ambiental ou fertilidade das plantas, mas é uma alternativa eficaz para a redução do descarte incorreto e desordenado destes resíduos além de contribuir para a redução da utilização de fertilizantes químicos.

Verifica-se a necessidade de um incentivo maior à produção de compostos orgânicos caseiros, por se tratar de um método considerado simples e que não exige muitos investimentos financeiros.

Este trabalho pode e deve ter início nas escolas, com a distribuição do material explicativo e implantação como laboratório didático de ciências para a realização deste experimento.

Para tanto, é necessário educar as futuras gerações, tornando-as participantes na sociedade, sabendo que são parte integrante do meio ambiente, identificando a necessidade de buscar soluções para os problemas que se encontram no nosso planeta nos dias atuais. Por isso, é que a educação ambiental deve ser trabalhada de forma responsável individual e coletivamente, visto que a educação é o ponto de partida para essa conscientização.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 10004: resíduos sólidos – classificação. Rio de Janeiro: ABNT; 2004.

Aikes MA. Sistema de Compostagem em Resíduo Domiciliar Urbano-Condôminio Residencial Itália. Foz do Iguaçu; 2011.

Alexander M. Introduction to soil microbiology. 2.ed. New York: John Wiley & Sons; 1977.

Aquino A. Integrando Compostagem e Vermicompostagem na Reciclagem de Resíduos Orgânicos Domésticos. EMBRAPA. Circular Técnica, n.12, 2005.

Batista JGF, Batista ERB. Compostagem – Utilização em horticultura. 2007. Universidade dos Açores, Angra do Heroísmo, Açores, 2007.

Brasil. Ministério da Educação e Cultura. Parâmetros Curriculares Nacionais: meio ambiente e saúde. Brasília: MEC, 1997.

Brasil. Agenda 21. Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento. 3. ed. Brasília: Senado Federal, Subsecretaria de Edições Técnicas, 2001.

Brasil. Decreto nº 4.281, de 25 de junho de 2002. Regulamenta a Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999, que institui a Política Nacional de Educação Ambiental, e dá outras providências. Diário Oficial da União 25jun 2002; 181º da Independência e 114º da República.

Brasil. Lei nº 12.305 de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Diário Oficial da União 02ago 2010; 189º da Independência e 122º da República.

Brasil. Plano Nacional de Resíduos Sólidos. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2011.

Brasil AM, Santos F, Simão KK. Equilíbrio Ambiental e Resíduos na sociedade moderna. 3.ed. São Paulo: Faarte; 2007.

Campos LMS, Marinho SV, Vieira R, Santos RH, Monteiro JG, Santos PF, Coutinho H. Ações da Gestão de Resíduos Sólidos numa Associação de Catadores da Grande Florianópolis. IX ENGEMA – Encontro Nacional sobre gestão empresarial e meio ambiente. Curitiba, Novembro de 2007.

Caraguatatuba (Município). Secretaria do Meio Ambiente. Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos do Município de Caraguatatuba. 2013 [acesso em 03 jun 2015]. Disponível em: http://www.caraguatatuba.sp.gov.br/pmc/uploads/services/Meio_Ambiente/Plano_Residuos_Solidos.pdf

Cascino F (Org.), Jacobi PR, Oliveira JF. Educação, meio ambiente e cidadania:

reflexões e experiências. São Paulo: SMA/CEAM – Secretaria do Meio Ambiente coordenadoria de Educação Ambiental, 1998.

CEMPRE - Compromisso Empresarial para Reciclagem- Programa Bio-Consciência. Manual de Gerenciamento Integrado. Brasília: CEMPRE; 2002.

CEMPRE - Compromisso Empresarial para Reciclagem - Lixo Municipal: Manual de Gerenciamento Integrado. 3. Ed. São Paulo: CEMPRE; 2010.

Conama - Conselho Nacional do Meio Ambiente (Brasil). Resolução nº 306, de 5 de julho de 2002. Estabelece os requisitos mínimos e o termo de referência para realização de auditorias ambientais. Diário Oficial da União nº138, de 25jul 2002;Seção 1.

Cunha Queda ACF. Dinâmica do azoto durante a compostagem de materiais biológicos putrescíveis. 1999. Universidade Técnica de Lisboa. Instituto Superior de Agronomia. Lisboa.

Cruz MLFR. A caracterização de resíduos sólidos no âmbito da sua gestão integrada. Dissertação de Mestrado da Universidade do Minho, 2005 [acesso em 12 mai 2015]. Disponível em: <http://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/4882>

Custódio BP. Manual Prático Compostagem. Garibaldi: Secretaria Municipal de Meio Ambiente; 2011.

Dias GF. Pegada Ecológica e Sustentabilidade Humana. São Paulo: Gaia; 2002.

eCycle. O que é compostagem? Como funciona? Quais são os benefícios para o meio ambiente e para a sociedade? 2015 [acesso em 02 mar 2015]. Disponível em: <http://www.ecycle.com.br/component/content/article/67/2368-o-que-e-como-fazer-compostagem-compostar-composteira-tecnica-processo-reciclagem-decomposicao-destino-util-solucao-materia-organica-residuos-solidos-lixo-organico-urbano-domestico-industrial-rural-transformacao-adubo-natural.html>

Epstein E. The Science of composting. Lancaster: Technomic Publishing Company, 1997.

Fehr M. A coleta diferenciada do lixo domiciliar funciona. Revista Saneamento Ambiental. São Paulo, n. 66, p. 24-28, 2000.

Fernandes F, Silva SMCP. PROSAB – Programa de pesquisa em saneamento Básico: Manual prático para a compostagem de bioresíduos. ABES – Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. Rio de Janeiro; 1999.

Giracca EMN, Nunes JLS. Solo. Agrolink. Fertilizantes. 2015 [acesso em 12 abr 2015]. Disponível em: <http://www.agrolink.com.br/fertilizantes/Solo.aspx>

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Manejo de Resíduos Sólidos. 2010 [acesso em 18 mar 2015]. Disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicao_de_vida/pnsb2008/defaultt_abpdf_man_res_sol.shtm

Ipea – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Menos de 2% dos resíduos sólidos são reciclados. 2012 [acesso em 16 mai 2015]. Disponível em: http://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=19732&catid=67&Itemid=2

Jacobi P. Educação Ambiental, cidadania e sustentabilidade. Cadernos de Pesquisa, 2003.

Jucá JFT, Castilhos Júnior AB, Mariano MOH. Política de Resíduos Sólidos do Brasil: Proposta de um plano estratégico para o desenvolvimento de políticas estaduais de gestão integrada de resíduos sólidos. Água & Resíduos. Revista da Associação Portuguesa de Engenharia Sanitária Ambiental;5, p.26-39; 2007.

Kiehl EJ. Fertilizantes orgânicos. Piracicaba: Agronômica Ceres; 1985.

Kiehl EJ. Manual de Compostagem: maturação e qualidade do composto. 3 ed. Piracicaba: E.J. Kiehl; 1998.

Kiehl, EJ. Manual de Compostagem: maturação do composto. 3. ed. Piracicaba; 2002.

Kiehl, EJ. Manual de Compostagem: maturação e qualidade do composto. Piracicaba: E. J. Kiehl; 2012.

Klock U, Muñiz GIB, Hernandez JA, Andrade AS. Química da madeira. 3. ed. rev. Departamento de Engenharia e Tecnologia Florestal, Universidade Federal do Paraná, Curitiba: UFPR; 2005.

Lago AL, Elis VR, Giacheti HL. Aplicação Integrada de Métodos Geofísicos em uma Área de Disposição de Resíduos Sólidos Urbanos em Bauru – SP. Revista brasileira de Geofísica. São Paulo;24(3), Jul/Set 2006 [acesso em 02 mar 2015]. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-261X2006000300005

Leff H. Saber Ambiental: Sustentabilidade, Racionalidade, Complexidade, Poder. Petrópolis: Vozes; 2005.

Lima LMQ. Lixo: tratamento e biorremediação. 3. ed. São Paulo: Hemus; 1995.

Lima JD. Gestão dos Resíduos Sólidos Urbanos no Brasil. João Pessoa: ABES; 2001.

Loureiro CFB. Educação Ambiental Transformadora. In: Layrargues PP (Coord.) Identidades da Educação Ambiental Brasileira. Brasília: Ministério do Meio Ambiente; 2004.

Loureiro CF, Layrargues PP, Castro RS (Orgs). Repensar a educação ambiental: um olhar crítico. São Paulo: Cortez; 2009.

Merckel AJ. Managing livestock wastes. Westport: Avi Publishing Company; 1981.

Monteiro HHP et al. Manual de Gerenciamento Integrado de Resíduos

Sólidos. Secretaria Especial de Desenvolvimento Urbano da Presidência da República - SEDU. Rio de Janeiro: IBAM; 2001.

Mousinho P. Glossário. In: TRIGUEIRO, André (Coord.). Meio ambiente no século 21. Rio de Janeiro: Sextante; 2003.

Oliveira AMG, Dantas JLL. Composto Orgânico. Circular Técnica, 23. Cruz das Almas: EMBRAPA; 1995.

Oliveira MS, Oliveira BS, Vilela MCS, Castro TAA. A importância da Educação Ambiental na escola e a reciclagem do lixo orgânico. Revista Científica Eletrônica de Ciências Sociais Aplicadas da Eduvale, Ano V(7), novembro de 2012.

Oliveira RV. Testes de maturação aplicados a matrizes bioestabilizadas, 2010. Dissertação (Mestrado em Engenharia do Ambiente)- Instituto Superior de Agronomia, Universidade Técnica de Lisboa. Lisboa; 2010.

Peixoto JO. Destinação final de resíduos, nem sempre uma opção econômica. Engenharia Sanitária. (1): 15-18, 1981.

Pereira Neto JT. On the Treatment of Municipal Refuse and Sewage Sludge Using Aerated Static Pile Composting – A Low Cost Technology Approach. University of Leeds, Inglaterra; 1987.

Pereira Neto JT. Manual de Compostagem. Belo Horizonte: UNICEF; 1996.

Pereira Neto JT. Lixo Urbano no Brasil: Descaso, Poluição Irreversível e Mortalidade Infantil. Ação Ambiental – Universidade Federal de Viçosa, ago/set, 1998.

Pereira Neto JT. Manual de Compostagem: Processo de baixo custo. Viçosa-MG: UFV; 2014.

Pereira SS, Melo JAB. Gestão dos Resíduos Sólidos urbanos em Campina Grande/PB e seus reflexos socioeconômicos. Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional, v. 4, p.193-217; 2008.

Ribeiro CC. Compostagem: produção de adubo a partir de resíduos orgânicos. Secretaria Executiva de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente. Belém: SECTAM; 2003.

Salvato JA. Environmental engineering and sanitation. John Wiley e Sons. New York, 1982.

Santos HMN, Fehr M. Educação Ambiental por meio da compostagem de resíduos orgânicos em escolas públicas de Araguari- MG; 2007.

Sartori VC, Ribeiro RTS, Pauletti GF, Pansera MR, Rupp LCD, Venturin L (Orgs). Cartilha para Agricultores: Compostagem: Produção de fertilizantes a partir de resíduos orgânicos. Universidade de Caxias do Sul. Centro de Ciências Agrárias e Biológicas. Instituto de Biotecnologia; 2014.

Silva EMT, Santos LAA, Bortoli MA. Geração de Trabalho e Renda com Catadores de

Materiais Recicláveis: uma experiência de extensão da Universidade de Cruz Alta. Prefeitura Municipal de Cruz Alta e Fundação VONPAR; 2008.

Teixeira LB, Germano VLC, OliveiraRF, Furlan JJ. Processo de compostagem, a partir de lixo orgânico urbano, em leira estática com ventilação natural. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Embrapa- Circular Técnica. Belém, PA. Outubro, 2004.

Thiollent M. Metodologia da pesquisa-ação. São Paulo: Cortez; 2003.

USP. Universidade de São Paulo. Tabela de Composição Química dos Alimentos. Universidade Federal de São Paulo; 2014.

Valoriza. Treinamento sobre fertilizante orgânico. Uberlândia: Apostila. Instituto de Agronomia –UFU; 2006.

**ANEXO A – FOLDER EXPLICATIVO:
COMO FAZER UMA COMPOSTAGEM**

Por que fazer Compostagem?

Com a Compostagem é possível reaproveitar a matéria orgânica, evitando seu descarte incorreto na natureza, transformando-a em um fertilizante natural para ser utilizado em jardins, hortas, plantas, etc.

O que pode ser compostado?

- Restos de legumes, verduras, frutas, cascas de ovos, café, filtros de café, saquinho de chá;
- Galhos, folhas, cascas de árvores, podas de árvores, grama, serragem.



O que não pode ser compostado?

- Vernizes, restos de tintas, produtos químicos;
- Cinza e bitucas de cigarro, madeira, carvão;
- Pilhas, vidros, metal, plástico, medicamento;
- Fezes de animais domésticos, papel higiênico, fraldas;
- Carnes, peixes, gorduras (podem atrair ratos).



Como montar sua Composteira:

Inicialmente você deve escolher o local onde será montada. Pode ser um buraco na terra, um espaço no jardim ou feita em uma caixa que pode ser de madeira ou de plástico (se utilizar a de plástico, você deverá fazer furos para que facilite a passagem de ar e também para que a água esorra).

A sugestão aqui é que o composto seja feito em caixas de plástico com tampa, porque além de ser prático, não faz praticamente nenhuma sujeira.

A montagem da composteira deve obedecer à seguinte sequência:

Distribuir uma camada de serragem, grama ou capim, seguido por uma camada do seu material orgânico, assim sucessivamente até completar sua composteira. É importante que na última camada fique a serragem ou o outro material utilizado.

