



Fundação Educacional do Município de Assis
Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis
Campus "José Santilli Sobrinho"

ANGELA BARBOSA NASCIMENTO

**PROCESSAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS POR
COMPOSTAGEM**

Assis
2010

ANGELA BARBOSA NASCIMENTO

PROCESSAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS POR
COMPOSTAGEM

Trabalho de conclusão de
curso de Curso apresentado ao
Instituto Municipal de Ensino
Superior de Assis, como
requisito do Curso de
Graduação

Orientador: Ms. Nilson José dos Santos.

Área de Concentração: Química

Assis
2010

FICHA CATALOGRÁFICA

NASCIMENTO, Angela Barbosa

Processamento de resíduos sólidos urbanos por compostagem /
Abgela Barbosa nascimento. Fundação Educacional do Município
de Assis - FEMA -- Assis, 2010.

64p.

Orientador: Ms. Nilson José dos Santos

Trabalho de Conclusão de Curso – Instituto Municipal de
Ensino Superior de Assis – IMESA.

1.Resíduos Sólidos urbanos. 2.Compostagem. 3. Fertilizante
Orgânico.

CDD:660

Biblioteca da FEMA

PROCESSAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS POR
COMPOSTAGEM

ANGELA BARBOSA NASCIMENTO

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Instituto Municipal
de Ensino Superior de Assis, como
requisito do Curso de Graduação,
analisado pela seguinte comissão
examinadora:

Orientador: Ms. Nilson José dos Santos

Analisador: Msa. Dra. Rosangela Aguilar da Silva

Assis
2010

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho primeiramente a Deus que me deu saúde e toda paciência do mundo para chegar ao final, dedico ao meu pai por todo apoio a mim dado, a toda minha família pela compreensão e aos meus amigos que me ajudaram nos momentos de sufoco.

AGRADECIMENTOS

Ao professor, Nilson José dos Santos, pela orientação e pela paciência.

Agradeço aos meus amigos Hélita, Guilherme, Rando e todos os meus companheiros de sala que me proporcionaram momentos inesquecíveis durante o curso.

Agradeço aos meus colegas do CEPECI pelo simples fato de terem entrado em minha vida.

Agradeço ao Professor Martins que me incentivou a trabalhar com meu tema.

Ao meu pai que sempre acreditou em mim mesmo nos momentos mais difíceis.

E agradeço principalmente a Deus, que sem sua benção, eu não chegaria tão longe.

“Agradeço todas as dificuldades que enfrentei; não fosse por elas, eu não teria saído do lugar. As facilidades nos impedem de caminhar. Mesmo as críticas nos auxiliam muito”.

Chico Xavier
(1910-2002)

RESUMO

A compostagem vem sendo a tempos utilizada como forma de redução e reutilização dos resíduos sólidos urbanos gerados pela ação humana. Este trabalho tem por objetivo descrever os benefícios da compostagem na redução de lixo urbano e na produção de fertilizantes orgânicos a partir desse material. Tem como objetivo específico avaliar a qualidade do produto antes da sua utilização como fertilizante orgânico. Devido ao fato do lixo urbano ter uma composição média de 60% de materiais que podem ser decompostos e transformados em fertilizantes orgânicos por compostagem. Compostagem é o resultado de um processo controlado que decomposição bioquímica de materiais orgânicos, transformados em produto mais estável similar ao húmus, utilizado como fertilizante. O composto orgânico obtido a partir de resíduos sólidos urbanos tem como característica a presença de húmus, nutrientes minerais, odor agradável, estrutura fofa, temperatura ambiente, pH próximo de 7,0, fácil de manipular, livre de microrganismos patogênicos e de sementes de ervas daninhas. A agravante produção de lixo evidencia a urgência em se adotar um sistema que conscientize educacionalmente o manejo dos resíduos, definindo uma política para a gestão e o gerenciamento, a qual assegure a melhoria continuada do nível de qualidade de vida, promovendo ações práticas recomendadas para a saúde pública e protegendo o meio ambiente. As amostras a serem analisadas foram coletadas na usina de reciclagem de Tarumã, SP. Os parâmetros de análises: Temperatura, pH, umidade, Carbono orgânico e Nitrogênio total. A partir dos dados conclui-se que a monitoração das leiras é importante para a qualidade do composto denominado fertilizante orgânico por suas características e que problemas com amostragem podem variar os resultados.

Palavra chave: resíduos sólidos urbanos; compostagem, fertilizante orgânico.

ABSTRACT

Composting has been used as a way to time reduction and reuse of solid waste generated by human activity. This paper aims to describe the benefits of composting in reducing urban waste and producing organic fertilizers from this material. Its specific objective to assess the quality of the product before its use as organic fertilizer. Because of urban waste have an average composition of 60% of materials that can be decomposed and transformed into organic fertilizer by composting. Composting is the result of a process that controlled biochemical decomposition of organic material transformed into more stable product similar to humus, which is used as fertilizer. The organic compost made from municipal solid waste is characterized by the presence of humus, mineral nutrients, odor pleasant, soft structure, temperature, pH around 7.0, easy to handle, free of pathogens and grass seeds weeds. The aggravating waste production highlights the urgency to adopt a system that educationally aware waste management, defining a policy for the administration and management, which ensures the continued improvement in the level of quality of life by promoting actions practices for health public and protecting the environment. The samples to be analyzed were collected at the recycling plant Tarumãt SP. The analysis parameters: temperature, pH, moisture, organic carbon and total nitrogen. From the data it is concluded that monitoring of the beds is important for the quality of the compound known as organic fertilizer for their characteristics and problems with sampling results may vary.

Keywords: municipal solid waste, compost, organic fertilizer..

ÍNDICE DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Esquema de deposição de lixo em um lixão (In: www.lixo.com.br . Lixão x Aterro).....	18
Figura 2 – Esquema da deposição do lixo em um aterro controlado (In: www.lixo.com.br . Lixão x Aterro).	18
Figura 3 Geração de metano (In: FADINI e BARBOSA, 2001, p.5).....	19
Figura 4 Reações química de uma molécula biodegradável	23
Figura 5 - Exemplo genérico da evolução da temperatura de uma leira em compostagem. (In: Manual prático para a compostagem de biossólidos, UEL, 2002, p.11.)	24
Figura 6 - Esquema simplificado do processo de compostagem. (In: Manual prático para a compostagem de biossólidos, UEL, 2002, p.10.)	26
Figura 7 Formatos das leiras na Usina de Reciclagem de Tarumã.	28
Figura 8 - Fluxograma da compostagem (In: www.portoalegre.rs.gov.br , Triagem e Compostagem).	28
Figura 9 – Esteira de catação da Usina de Reciclagem de Tarumã.	29
Figura 10 – Condições ótimas para a compostagem. (In: www.compostagemagricola.blogspot.com , Compostagem).	30
Figura 11 – Peneira rotativa para separação de resíduos não orgânicos.....	31
Figura 12 – Separação de materiais reciclados por cores de lixeiras.....	42

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Composição do lixo urbano coletado (In: CAMPOS e BLUNDI.,1998 p.6)	20
Tabela 2- Temperaturas consideradas mínimas, ótimas e máximas para as bactérias. (In: KIEHL, 1985, p.252)	25
Tabela 3 – Valores de parâmetros estabelecidos no Brasil (In: BARREIRA et al., 2004 p.5.)	38
Tabela 4 - Tabela que expressa os valores obtidos nas análises.	49
Tabela 5 – Comparativo dos resultados obtidos com parâmetros requeridos.	50

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	15
2. PRODUÇÃO DE LIXO, LIXÕES E ATERROS CONTROLADOS. ...	17
3. COMPOSTAGEM.....	21
3.1 FASES E MÉTODOS DA COMPOSTAGEM.....	22
3.1.1 Aeração	22
3.1.2 Temperatura.....	23
3.1.3 Umidade	25
3.1.4 Microrganismos	25
3.1.5 Relação Carbono Nitrogênio (C/N).....	26
3.2 DISPOSIÇÃO DAS LEIRAS	27
3.3 CUIDADOS COM AS LEIRAS DE ACORDO COM O CLIMA.....	31
3.4 ESPAÇO EM REDOR DA PILHA DE COMPOSTO	32
4. COMPOSTO ORGÂNICO	33
4.1 CARACTERÍSTICAS DO COMPOSTO ORGÂNICO	33
4.2 FERTILIZANTE ORGÂNICO	34
4.2.1 Características do composto como fertilizante orgânico.	34
4.2.2 Utilização do composto como fertilizante orgânico.....	35
4.3 METAIS PESADOS NO COMPOSTO ORGANICO	36
4.4 LEGISLAÇÃO BRASILEIRA PARA COMPOSTOS ORGÂNICOS.....	38
5. COMPOSTAGEM NO ENSINO AMBIENTAL	41
6. METODOLOGIA.....	44
6.1 MATERIAIS E REAGENTES	44

6.2 EQUIPAMENTOS	44
6.3 PROCEDIMENTOS	45
6.3.1 Cinzas	45
6.3.2 Umidade	45
6.3.3 Nitrogênio total (Método KJELDAHL)	46
6.3.3.1 Digestão.....	46
6.3.3.2 Destilação	46
6.3.4 pH.....	48
7. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	49
CONCLUSÃO	51
REFERÊNCIAS	52

1. INTRODUÇÃO

A compostagem vem sendo a tempos utilizada como forma de redução e reutilização dos resíduos sólidos urbanos gerados pela ação humana. O processo é feito por microrganismos que decompõe a matéria orgânica transformando-a em fertilizante rico em humos e nutrientes.

Embora seja um método simples, cuidados básicos devem ser tomados para que esse processo não se perca acarretando na formação de compostos impróprios e causando impactos ambientais. Durante a decomposição desses resíduos orgânicos (que antes de irem para as leiras de compostagem devem ser devidamente separados dos demais materiais presentes no lixo coletado) parâmetros devem ser monitorados como pH, temperatura, aeração e umidade para que o composto final seja de boa qualidade e que possa ser usado na agricultura sem problemas maiores, como a poluição do solo e de corpos d'água. Outro problema encontrado no composto é a adição de materiais que contenham metais pesados que não foram devidamente separados, como pilhas e baterias, que tornará o composto tóxico trazendo males a saúde das plantas que tem contato com esse fertilizantes, e a quem consumir as plantas infectadas (INKEL et al., 2005, p.6)

Compostagem pode ser produzida pelo método aeróbico, em que estão presentes microrganismos que necessitam do ar atmosférico para sobreviver e que pode-se separar por 4 fases em relação a temperatura: fase criófila, em que o processo ocorre à temperatura ambiente; fase mesófila, em que a decomposição ocorre em torno de 35-50°C; fase termófila, em que a temperatura pode passar dos 60°C e fase de maturação onde o composto está estabilizado biologicamente e sua temperatura é reduzida. Também pode ser produzida pelo método anaeróbico, ou seja, sem a presença do ar atmosférico onde sua temperatura fica somente na fase mesófila, os microrganismos não necessitam de oxigênio e usualmente esse processo é feito em compostagem de lodos de esgoto em biodigestores (COSTA BRITO, 2008,p.31).

Usinas de compostagem devem estar atentas ao clima e condições ambientais em que as leiras (pilha ou montículo de materiais em decomposição) estão submetidas. Em épocas de chuva as pilhas devem ser cobertas e com escoamento para a água evitando o encharcamento do composto, o mesmo cuidado para tempos secos que podem retirar a umidade das leiras e matar os microrganismos presentes nela. O Revolvimento é muito importante para que a parte seca de fora seja misturada com a parte úmida de dentro da leira tornando a temperatura e umidade uniforme. (INKEL et al., 2005, p.21).

O método de compostagem, além de amenizar o volume de lixo produzido por grandes e pequenas cidades, é um método sustentável de produção de fertilizantes orgânicos e de redução de riscos a saúde de quem trabalha ou mora perto de Lixões pela sua considerável eliminação de mal cheiro e presença de vetores no local onde esse lixo encontra-se disposto.

Este trabalho tem por objetivo descrever os benefícios da compostagem na redução de lixo urbano e na produção de fertilizantes orgânicos a partir desse material. Tem como objetivo específico avaliar a qualidade do produto antes da sua utilização como fertilizante orgânico.

2. PRODUÇÃO DE LIXO, LIXÕES E ATERROS CONTROLADOS.

O problema gerado por produção de lixo pelo homem vem sendo agravado a muito tempo quando o homem sai do campo e começa a se fixar em determinados lugares com outros indivíduos abandonando assim a vida nômade e produzindo resíduos em coletivo.

Lixo é todo biossólido gerado por atividades humanas, que possui potencial para ser reciclado ou reutilizado, gerando, entre outros benefícios a proteção a saúde pública, economia de recursos naturais e de energia. Lixo é apenas um nome popular para resíduos sólidos (RECESA, 2007, p.17).

Após a Segunda Guerra Mundial a produção de lixo se expande e para afastar esses resíduos das cidades surgem os “lixões” e aterros controlados descritos a seguir:

Lixão é uma determinada área onde o lixo coletado nas cidades é depositado sem qualquer preparação prévia do solo. O lixo é simplesmente jogado pela terra que se torna sujeita a poluição pelo líquido preto gerado pelos resíduos presentes no lixo chamado “chorume” (efluente líquido). Esse líquido penetra no solo atingindo corpos d’água tornando a água biologicamente estéril e conseqüentemente contaminando o solo que se torna improdutivo e cheio de substâncias contaminantes. Além da poluição, esse tipo de destino para o lixo atrai ratos, moscas, pássaros que convivem lado a lado com o homem que fatalmente depende desse lugar para sobreviver. As conseqüências ambientais são negativas nesse tipo de tratamento, tanto para a sociedade quanto para o meio ambiente, porém, ainda há cidades que utilizam um Lixão como destino final do lixo (www.lixo.com.br, Lixão x Aterro 2010).

Aterro controlado, como o próprio nome já diz, é uma área remediada supostamente pronta para receber o lixo e tratar seus efluentes para que o impacto ambiental seja controlado e não seja tão desastroso. O local recebe cobertura de argila e selado com a plantação de grama que funciona como uma manta impermeável. Essa manta capta o chorume gerado e o gás desprendido pelo lixo. Esse lixo é diariamente

coberto com terra ou qualquer outro material disponível, o chorume é coletado do fundo e levado para cima da pilha de lixo, alguns aterros tratam esse efluente, outros somente recolhem para evitar maior contaminação do solo. Aparentemente o aterro controlado seria o melhor destino para o lixo, mas, além de ter uma vida útil curta, se o local não tiver controle rigoroso e não for feito com critérios de engenharia, o aterro se torna mais um lixão causando os mesmos impactos (www.portalsaofrancisco.com.br, Aterro controlado).

As figuras a seguir esquematizam o processo em lixões e aterros controlados:

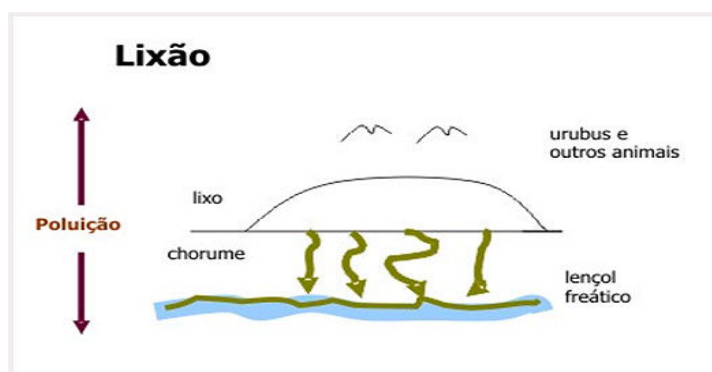


Figura 1 - Esquema de deposição de lixo em um lixão (In: www.lixo.com.br. Lixão x Aterro).

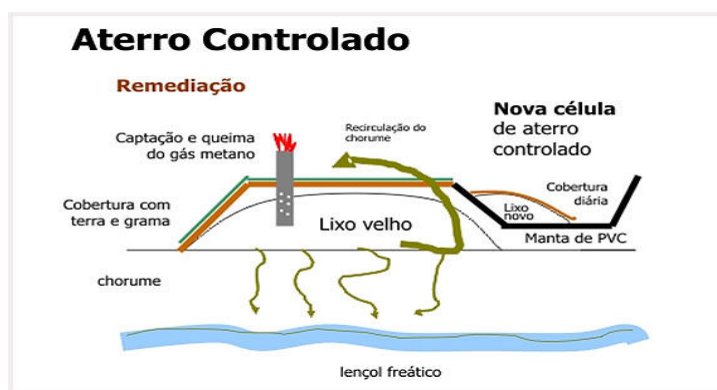


Figura 2 – Esquema da deposição do lixo em um aterro controlado (In: www.lixo.com.br. Lixão x Aterro).

O aterramento de resíduos sólidos, juntamente com o tratamento anaeróbico de esgotos domésticos e efluentes industriais, é um dos agravantes do efeito estufa por ser uma das maiores fontes de liberação do gás metano, ficando responsável por cerca de 5 a 20% do metano liberado por atividades humanas e pode contribuir com 2 a 4% do total de emissões gasosas no mundo. Gases como dióxido de Carbono, gás sulfídrico e mercaptanas são outros exemplos de gases gerados por ação de microrganismos na decomposição do lixo em aterros (COSTA BRITO, 2008, p.28).

Formação de metano a partir de diferentes substratos:

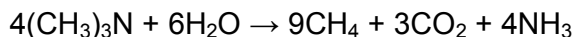
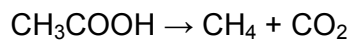
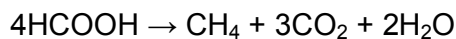
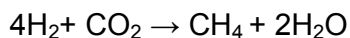


Figura 3 Geração de metano (In: FADINI e BARBOSA, 2001, p.5).

De acordo com a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico realizada pelo IBGE em 2000, coleta-se no Brasil diariamente 125,281 mil toneladas de resíduos domiciliares e 52,8% dos municípios Brasileiros dispõe seus resíduos em lixões. (www.lixo.com.br). Países altamente industrializados como os Estados Unidos produzem mais de 700 kg/hab/ano.

Segundo a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (PNSB), realizada em 1989 pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e editada em 1991 (IPT/CEMPRE, 1995):

O brasileiro convive com a maioria do lixo que produz. São 241.614 toneladas de lixo produzidas diariamente no país. Fica a céu aberto (lixão) 76% de todo esse lixo. Apenas 24% recebe tratamento mais adequado.

Devido ao fato do lixo urbano ter uma composição média de 60% de materiais que podem ser decompostos e transformados em fertilizantes orgânicos por compostagem, o Brasil mostra-se interessado pelo tratamento pelo seu baixo custo, pelos seus benefícios a saúde e pela sua característica de desenvolvimento sustentável (FADINI e BARBOSA, 2001, p.9).

A tabela a seguir mostra a composição do lixo urbano coletado.

Componente	(base úmida) % (em peso)
Matéria orgânica	68,25
Papel e papelão	16,14
Plástico	8,27
Vidro	2,87
Metais	2,57
Outros (trapo, borracha, osso, etc.)	1,90

Tabela 1 - Composição do lixo urbano coletado (In: CAMPOS e BLUNDI.,1998 p.6)

3. COMPOSTAGEM

Kiehl (1985, p.231) define compostagem como palavra usada para designar o método de preparação de fertilizante orgânico pelo amontoamento de restos animais e vegetais, ricos em substâncias nitrogenadas, misturados com outros resíduos vegetais pobres em nitrogênio e ricos em carbono; a mistura tem por finalidade sujeita-los a um processo fermentativo que conduza essas matérias-primas, por processo de decomposição microbiológica, ao estado de parcial ou total humificação. Segundo o mesmo autor compostagem é, portanto, o resultado de um processo controlado que decomposição bioquímica de materiais orgânicos, transformados em produto mais estável similar ao húmus, utilizado como fertilizante. A compostagem é, pois, uma técnica idealizada para se obter mais rapidamente e em melhores condições a desejada estabilização da matéria orgânica.

Já Pereira Neto (1992, p.77) define compostagem como sendo um processo aeróbio controlado, desenvolvido por uma colônia de microrganismos, efetuadas em fases distintas: a primeira, quando ocorrem as reações bioquímicas de oxidação mais intensas predominantemente termofílicas, a segunda, ou fase de maturação, quando ocorre o processo de humificação. Na compostagem de resíduos sólidos urbanos a matéria orgânica se constitui de restos de alimentos, papéis, pedaços de madeira, folhagens e excrementos. O período de compostagem depende fundamentalmente do processo a ser utilizado e do tipo de material a ser compostado. Este período pode variar de 30 a 60 dias para a fase de digestão e de 60 a 120 dias para a maturação no método natural de compostagem. Existe também o método acelerado em que o período de digestão depende do bioestabilizador utilizado reduzindo o tempo para 2 a 3, mais não alterando o tempo de maturação que segue de 60 a 120 dias.

Independente do método de compostagem utilizado (natural ou acelerado), a produção do composto dá-se somente após a fase de maturação, quando ocorrem as reações enzimáticas de humificação. O uso agrícola de um composto

não-maturado, é perigoso, onde o qual produz toxinas durante a maturação no solo, interferindo em sua biota (OLIVEIRA, 2001, p.3).

3.1 FASES E MÉTODOS DA COMPOSTAGEM

Segundo Kiehl (1985) A compostagem é dividida em fases que variam de acordo com:

3.1.1 Aeração

Método aeróbico: Neste método procura-se garantir a presença de oxigênio atmosférico evitando-se a compactação da massa. A decomposição aeróbica é caracterizada pela elevação da temperatura muito acima da temperatura ambiente. Neste processo são gerados gases, sendo o anidrido carbônico o principal deles. Com esse método pode-se também atingir um elevado grau de estabilização da matéria orgânica, o que não ocorre com alguns materiais no processo anaeróbico (FURIAM e SOUZA, 1996, p.235).

Método anaeróbico: Neste método a fermentação é realizada por microrganismos que podem viver sem o ar atmosférico. A decomposição se dá com a massa encharcada ou completamente imersa em água, como ocorre com o lodo de esgoto nos tanques digestores das estações de tratamento ou com material de biodigestores. Neste processo são gerados gases como metano, que pode ser utilizado como fonte energética, gás sulfídrico, ácidos orgânicos e mercaptanas de cheiro desagradável. O processo anaeróbico é mais demorado que o aeróbico, mas em compensação não exige os cuidados com controle de temperatura, aeração e umidade, como acontece com o processo aeróbico. (www.portaldoagronegocio.com.br, Compostagem e Adubação Orgânica).

Teoricamente, a degradação dos sólidos voláteis biodegradáveis do material a ser compostado pode ser estimada pela reação química de uma molécula biodegradável:

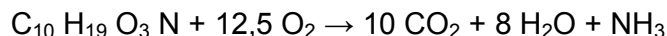


Figura 4 Reações química de uma molécula biodegradável

A aeração fornece oxigênio à atividade microbiana, remove gás carbônico água e calor. É portanto, um parâmetro complexo, que implica em várias consequências e que define em grande parte a tecnologia de compostagem. O controle eficiente do fornecimento de oxigênio durante o processo de compostagem é o principal fator para o sucesso da operação de uma usina (FERNANDES e PEREIRA, 2002, p.14).

3.1.2 Temperatura

A temperatura de uma leira indica, principalmente, o equilíbrio biológico no processo de compostagem, e pode ser dividido em quatro estágios:

Criófilo: quando o processo ocorre a temperatura ambiente e com ligeira acidez (pH em torno de 5,5). No caso do processo anaeróbico, pelo fato de não haver elevação sensível da temperatura da massa, a qual se mantém próxima da temperatura do líquido a qual essa massa está imersa, o processo é sempre criófilo.

Mesófilo: quando a decomposição ocorre a uma faixa de 35 a 50°C o processo de digestão é mesófilo. Na fermentação aeróbica a massa aquece por efeito do metabolismo exotérmico dos microrganismos, acompanhada pela formação de ácidos orgânicos a partir da matéria orgânica mais facilmente degradável, alcançando uma faixa de temperatura mesófila. Esse aquecimento pode ser feito de forma artificial para acelerar o processo.

Termófilo: A fase termófila caracteriza-se pelas temperaturas maiores que 50°C onde predominam os organismos termófilos. Em temperaturas acima de 60°C, os

fungos termofílicos morrem e a degradação biológica é mantida pelas bactérias, que formam esporos, e pelos actinomicetos, que atacam os polissacarídeos, como hemicelulose e proteínas, transformando-os em subprodutos e elevando o pH da massa (em torno de 7,5); estas temperaturas elevadas, aumentam o período de compostagem, pois é prejudicial à atividade microbiológica de degradação, além de interferir na qualidade do composto (COSTA BRITO, 2008 p.31).

Maturação: na maturação, a atividade biológica é reduzida pela degradação da matéria orgânica e conseqüentemente à menor geração de calor, podendo chegar a uma leira de 38°C, ou seja, a um significativo esfriamento da massa indicando a estabilização.

Segundo kiehl (1985, p.253) o desenvolvimento da temperatura está relacionado com vários fatores; materiais ricos em proteínas, com relação Carbono/Nitrogênio baixa, aquecem-se mais rapidamente e alcançam maior temperatura que os celulósicos, com elevada relação Carbono/Nitrogênio; materiais moidos e peneirados, com granulometria fina e maior homogeneidade, formam montes com melhor distribuição e menor perda de calor; montes com material grosseiro, proporcionam boa aeração, alcançam altas temperaturas, mas são mais sujeitos a perdas de calor que os anteriores.

A figura a seguir ilustra a evolução da temperatura em uma leira de compostagem.

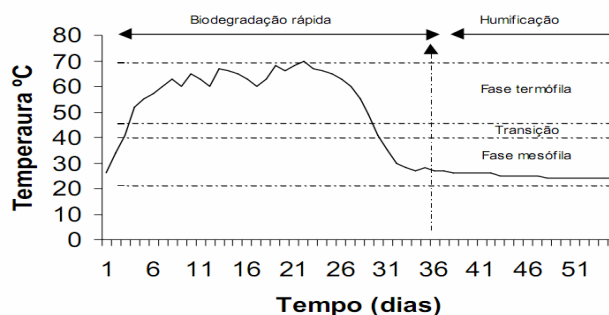


Figura 5 - Exemplo genérico da evolução da temperatura de uma leira em compostagem. (In: Manual prático para a compostagem de biossólidos, UEL, 2002, p.11.)

A tabela a seguir mostra as temperaturas ideais ou não para as bactérias.

Bactéria	Mínima	Ótima	Máxima
Termófila	25 a 45°C	50 a 55°C	85°C
Mesófila	15 a 25°C	25 a 40°C	43°C

Tabela 2- Temperaturas consideradas mínimas, ótimas e máximas para as bactérias. (In: KIEHL, 1985, p.252)

3.1.3 Umidade

A umidade é um fator importante a ser controlado, pois a água é indispensável para promover o transporte de nutrientes dissolvidos. Um teor entre 50 % é considerado bom para a compostagem, abaixo de 35-40 % de umidade a decomposição da matéria orgânica é fortemente reduzida e abaixo de 30% praticamente é interrompida, enquanto que a umidade acima de 65 % resulta em decomposição lenta, expulsando o ar do ambiente pois prevalecem as condições anaeróbicas e pode ocorrer lixiviação de nutrientes. O material presente nas leiras deve sempre mostrar-se úmido, porém sem escorrer água quando prensado (SOMBRA OLIVEIRA et al., 2004, p.13).

3.1.4 Microrganismos

A compostagem é a cópia de processos naturais de decomposição de matéria orgânica, onde o produto, o composto, deve integrar-se mais rapidamente nos processos biológicos naturais. Todo esse processo envolve uma população bastante heterogênea de microrganismos, bactérias, fungos e actinomicetos. Esses microrganismos são responsáveis pela degradação da matéria orgânica, produção de gás e liberação de metabólitos como hormônio, que dão proteção ao solo e

induzem resistência das plantas ao ataque de agentes externos (BETTIOL et al., 1998, p.22).

A fase de degradação ativa é termofílica, pois envolve a ação de microorganismos termófilos, aqueles ativos a altas temperaturas, aumentando a eficiência do processo e eliminando microorganismos patogênicos (GOMES E PACHECO, 1988, p.11).

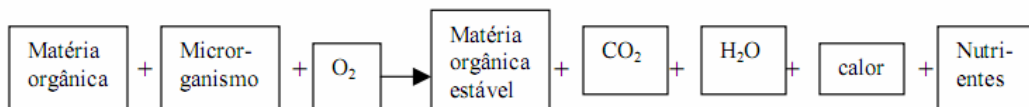


Figura 6 - Esquema simplificado do processo de compostagem. (In: Manual prático para a compostagem de bio sólidos, UEL, 2002, p.10.)

3.1.5 Relação Carbono Nitrogênio (C/N)

De todos os nutrientes dois dos macronutrientes como o carbono e o nitrogênio, assumem particular importância devido ao fato da sua relação ser um dos fatores críticos dos processos de compostagem. O carbono tem como função principal fazer parte da constituição do material celular e funcionar como doador de elétrons em reações de oxidação aeróbias. O nitrogênio tem como função principal fazer parte da constituição do material celular (ácido nucleico), proteínas, enzimas e aminoácidos (LOPES, 1999 p.54).

A relação C/N diz muito sobre o composto, como já foi citado anteriormente, essa relação pode indicar o porque de uma determinada temperatura durante a maturação de um composto. Segundo Kiehl, a melhor relação é quando estão 18/1.

Porém, se a quantidade de Carbono for relativamente maior que a relação esperada, o solo tratado com o composto irá apresentar deficiência em nitrogênio nas plantas, que irão apresentar sintomas de clorose podendo chegar a morte do vegetal. Quando o contrário acontece, ou seja, a relação de nitrogênio for maior, esse será

liberado para a atmosfera em forma amoniacal retirando o nitrogênio necessário do solo. Essa relação pode ser controlada de acordo com o material presente nas leiras, quando se tem muito resíduo rico em proteína, como resíduo animal recomenda-se juntar restos vegetais celulósicos para que haja um controle na relação C/N (KIEHL, 1985, p.259).

3.2 DISPOSIÇÃO DAS LEIRAS

Depois que o lixo é coletado, ele vai para as fábricas de compostagem passando por uma esteira onde o material não orgânico reciclável, como vidro, latas de alumínio e plástico são retirados para que não se misturem com os resíduos orgânicos a serem compostados. O lixo é processado e mantido em pilhas chamadas leiras onde ocorre a compostagem. Essas leiras são monitoradas de acordo com o pH, com a temperatura e com a aeração ideais para cada fase do processo.

Quanto à forma, as pilhas podem ter a seção triangular ou trapezoidal. A forma triangular, com ápice ligeiramente arredondado, é recomendado para as estações chuvosas, pois favorece o escoamento da água da chuva. A trapezoidal, ao contrário, facilita a infiltração de água, isso às vezes pode ser conveniente. Essa forma é mais utilizada para construção de leiras mais baixas e largas. Durante o processo as pilhas podem sofrer uma redução de 40 a 60 % do seu volume inicial. Essa redução pode servir de indicativo que o processo está ocorrendo e proporciona redução de custos de transporte do composto dos locais onde ele é gerado para o local onde será utilizado (COSTA BRITO, 2008, p.49).



Figura 7 Formatos das leiras na Usina de Reciclagem de Tarumã.

A figura a seguir mostra o a trajetória do lixo até chegar nas leiras de compostagem.

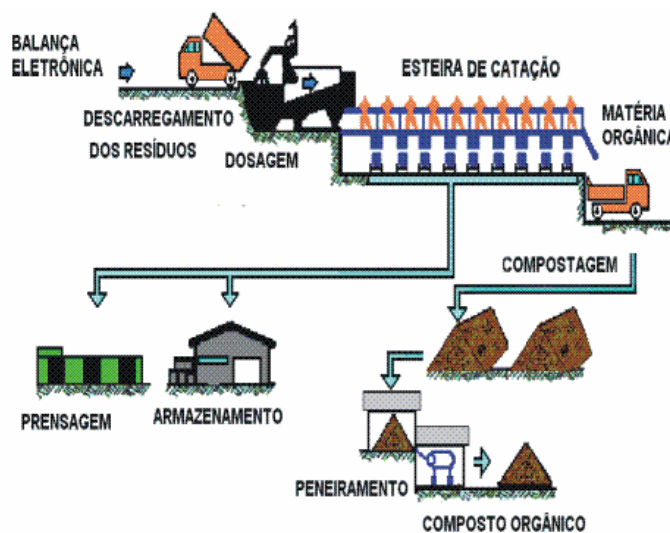


Figura 8 - Fluxograma da compostagem (In: www.portoalegre.rs.gov.br, Triagem e Compostagem).



Figura 9 – Esteira de catação da Usina de Reciclagem de Tarumã.

A compostagem pode ser feita em silos, células, covas feitas no chão ou em aparelhos digestores com diversos formatos. Pode ser feita em pátios descobertos, sobre piso de terra ou pavimentado. A largura e o tamanho das leiras variam de acordo com o clima e com o material disposto (KIEHL, 1985, p. 265).

Ainda segundo o mesmo autor:

As pilhas altas aquecem-se mais, podendo alcançar temperaturas indesejáveis; as pilhas baixas, ao contrário, perdem calor mais facilmente ou nem se aquecem o suficiente para destruir patogênicos. Se as pilhas forem estreitas e baixas, haverá maior perda de umidade, sendo mesmo um recurso para eliminar excesso de água na fase inicial da compostagem.

O tamanho e a forma da leira de compostagem também influenciam na velocidade da decomposição devido ao fato de melhor arejamento e dissipação do calor. O tamanho ideal pode variar, porém o volume deve depender do sistema e da tecnologia de compostagem utilizados.



Figura 10 – Condições ótimas para a compostagem. (In: www.compostagemagricola.blogspot.com, Compostagem).

As leiras de compostagem deve registrar temperaturas de 40 a 60°C até os primeiros 30 dias, propiciando o desenvolvimento de uma população microbiana diversificada, aumento da taxa de decomposição da matéria orgânica e eliminação de microorganismos patogênicos, entre outros. Elevados teores de umidade promovem a aglutinação de partículas e diminuição da resistência estrutural da leira, restringindo sobremaneira a difusão de oxigênio. Este fato reduz a temperatura média da leira para a faixa mesofílica de 20 à 40°C, e a concentração de oxigênio para valores menores que 5%. Alterações nas dimensões das leiras são necessárias em virtude dos aspectos climáticos (REIS et al., 2000, p.1).

Depois de pronto, o composto deve passar por uma peneira onde todo resíduo não orgânico ainda existente será retido.



Figura 11 – Peneira rotativa para separação de resíduos não orgânicos.

3.3 CUIDADOS COM AS LEIRAS DE ACORDO COM O CLIMA

Em condições climáticas muito secas, deve-se proteger a pilha de composto contra dessecação. O ideal é escolher-se um local à sombra, abrigado do vento, por exemplo, atrás de uma construção ou de uma fila de árvores. Deste modo, a evaporação da humidade na pilha será menos rápida, embora a ventilação continue a ser suficiente. Também é prático que exista água na proximidade da pilha de composto para poder regá-la no caso de estar muito seca (INKEL et al., 2005, p.21).

Se as condições climáticas forem húmidas, é preciso proteger a pilha de composto contra o excesso de água. Deve-se escolher um lugar abrigado e bem drenado, localizado numa parte mais elevada do terreno. Se a pilha de composto for colocada debaixo de uma árvore com sombra/frondosa (por exemplo, uma mangueira ou um cajueiro) estará, normalmente, melhor protegida contra chuvas em excesso. Estes dois tipos de condições climáticas desempenham, sem dúvida, um papel importante quanto à determinação de um lugar adequado para a preparação da pilha de composto (INKEL et al., 2005, p.21).

3.4 ESPAÇO EM REDOR DA PILHA DE COMPOSTO

Deve haver espaço suficiente em redor da pilha de composto de forma a possibilitar remexer/revolver e examinar o composto além de disposição para o tráfego. O mais prático é contar com um espaço com uma superfície aproximadamente 2 a 3 vezes maior do que a pilha.

4. COMPOSTO ORGÂNICO

O homem pode regular o processo natural de decomposição no solo. Coleta-se o material orgânico que, é empilhado em leiras. O processo de decomposição é mais intensivo e as condições mais favoráveis se a pilha for constituída basicamente por matéria orgânica. O produto final obtido compõe-se de matéria orgânica em elevado grau de decomposição, contendo humos e nutrientes. A isto se chama composto. O composto é utilizado como fertilizante/adubo orgânico que pode ser incorporado ao solo (INKEL et al. 2005, p.11).

O composto orgânico no solo é de fundamental importância. Ele desempenha o papel de: fornecedor de nutrientes às plantas; retentor de cátions; agente complexante de elementos tóxicos e micronutrientes; estabilizador da estrutura do solo; agindo na infiltração e retenção de água; contribuindo para uma melhor aeração; atividade e biomassa microbianas. Assim, o composto orgânico é um importante fator para aumentar a capacidade produtiva dos solos agrícolas. Estes fatores, se tornam ainda mais expressivos em solos com baixa fertilidade e de textura grosseira (RESENDE, 2005, p.6).

4.1 CARACTERÍSTICAS DO COMPOSTO ORGÂNICO

O composto orgânico obtido a partir de resíduos sólidos urbanos tem como característica a presença de húmus e nutrientes minerais. Húmus quando aplicado no solo, torna a retenção de água mais eficaz e permite melhor aeração das raízes, já os nutrientes, que incluem nitrogênio, fósforo, potássio, magnésio, cálcio e ferro, e chegam a 6% em peso, estocam o Carbono na forma de compostos estáveis não liberando CO₂ e suprindo as necessidades dos microrganismos que utilizam esses nutrientes para promover as reações enzimáticas (FERNANDES et al., 1996, p.36-45).

Na prática, isto significa que a partir do lixo urbano é possível produzir um fertilizante orgânico com características desagradáveis (odor, aspecto, contaminação por microrganismos patogênicos...), o processo transforma estes resíduos em composto, de odor agradável, estrutura fofa, temperatura ambiente, pH próximo de 7, fácil de manipular e livre de microrganismos patogênicos e de sementes de ervas daninhas (PEREIRA NETO, 1996, p.9).

4.2 FERTILIZANTE ORGÂNICO

Abreu Junior (et al., 2005, p.414) define fertilizante orgânico como produto de natureza fundamentalmente orgânica, obtido por processo físico, químico, físico-químico ou bioquímico, natural ou controlado, a partir de matérias-primas de origem industrial, urbana ou rural, vegetal ou animal, enriquecido ou não de nutrientes minerais, princípio ativo ou agente capaz de melhorar suas características.

4.2.1 Características do composto como fertilizante orgânico.

O fertilizante orgânico feito a partir de resíduos sólidos urbanos para ser utilizado de maneira segura e eficiente deve ser corretamente estabilizado. A matéria orgânica original deve ser convertida para uma forma que seja mais resistente à degradação, apresente quantidades mínimas de componentes tóxicos e contaminantes (inertes e metais pesados) e seja livre de patógenos de plantas como ervas daninhas e animais (ZUCCONI e DE BERTOLDI, 1986, p.30-60). O fertilizante também deve satisfazer tanto as agências regulatórias quanto as especificações de mercado . Entretanto, no Brasil, a produção ocorre sem controle e sem monitoramento e os compostos, além da possibilidade de metais pesados causa da matéria-prima misturada, perdem nutrientes durante o processo e apresentam baixos valores de NPK e matéria orgânica, apresentando características, apenas, como condicionadores de solo (BARREIRA et al. , 2006).

Os compostos também podem conter organismos patogênicos, como bactérias, vírus, protozoários e vermes parasitas. Quando, porém, o processo de compostagem é bem efetuada, a quase totalidade dos patógenos é eliminada na fase termofílica, em que a temperatura atinge e passa dos 50°C. (Pereira Neto, 1988, p.25).

As características biológicas, físicas e químicas do fertilizante de composto de lixo variam conforme sua qualidade. A composição química varia de acordo com as regiões onde são produzidos, refletindo seu nível socioeconômico, o tipo de coleta (seletiva ou generalizada), a eficiência e o cuidado nos processos de separação da matéria prima adotados pelas usinas de compostagem e o grau de maturação do composto final (OLIVEIRA, 2000. p.247).

4.2.2 Utilização do composto como fertilizante orgânico.

Os riscos devido ao uso agrícola do composto como fertilizante estão relacionados, principalmente, com compostos em que matéria-prima é de má qualidade e aos processos de compostagem mal conduzidos. A isso deve-se enfatizar a atenção nas coletas de lixo não seja seletiva, pois os inorgânicos ou inertes (pedaços de vidros, plásticos, metais ferrosos, borracha, entre outros) devem ser separados da matéria orgânica, evitando a sua entrada como matéria-prima do composto. Em muitas usinas, essa separação é feita por meio de catação manual ou peneiramento do lixo, sendo formas precárias. Como resultado, pode-se obter um composto de baixa qualidade. (PIRES et al., 2009, p.53). Por esses motivos que, antes de o agricultor utilizar esse composto como fertilizante, é importante que sejam feitas as devidas análises para constatar que o produto utilizado está nos parâmetros de qualidade.

Para o composto de lixo e outros fertilizantes orgânicos ainda não existe no Brasil regulamentação adequada para seu manejo, exceto a Portaria nº 1, de 4 de março de 1983, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), que exige: matéria orgânica total $\geq 40\%$, umidade $\leq 40\%$, pH ≥ 6 , N total $\geq 10\text{ g kg}^{-1}$, relação C/N $\leq 18:1$ e a ausência de agentes fitotóxicos, agentes patogênicos ao homem,

animais e plantas, metais pesados, agentes poluentes, pragas e ervas daninhas (KIEHL, 1985, p.492).

Segundo Pereira Neto (et al., p.1675) o composto de lixo urbano como substrato também é muito eficaz quando aplicado para fixar vegetação em encostas e áreas que corram o risco de desabamento pela sua capacidade de estabilizar a planta no local devido sua característica de aderência bastante acentuada, visando à colonização vegetal, oferece também características químicas melhores ao solo devido a adição de nutrientes.

Quando a adubação com matéria orgânica é feita em quantidade adequada, o substrato reduz a densidade aparente da camada que recebeu o material, sendo esse efeito imediato melhorando a estrutura do solo já que quanto maior a densidade aparente, maior a compactação, menor a estrutura e menor desenvolvimento das plantas (LACERDA et al. , 2006, p.165).

4.3 METAIS PESADOS NO COMPOSTO ORGANICO

A aplicação de composto de lixo urbano na agricultura como fertilizante orgânico ou, ainda, como alternativa para a disposição de resíduos, pode provocar efeitos negativos sobre o meio ambiente quando feita de forma descontrolada e sem critérios, como a contaminação do solo por metais pesados e a transferência destes para a cadeia alimentar através das plantas, podendo trazer conseqüências prejudiciais à saúde (GORGATI e JUNIOR, 2002, p.2). Esses elementos estão presentes em materiais encontrados no lixo usados na compostagem, são materiais como papeis coloridos, tecidos, borrachas, cerâmicas, pilhas e baterias. São dois os mecanismos que contaminam a matéria orgânica: a contaminação direta, por adesão de partículas de pequeno diâmetro de óxidos metálicos, cinzas e limalhas à matéria orgânica úmida e a contaminação por lixiviação de íons metálicos da fração inorgânica para a orgânica (EGREJA et al. 1999).

As formas de redução de metais pesados no composto são: adoção de uma coleta seletiva eficiente e a o uso de um separador balístico e de um eletroímã no

final da esteira de catação em usinas de triagem. O processo de compostagem em pequena escala trás como vantagem o fato de que, geralmente, os resíduos utilizados no processo são gerados no próprio local, reduzindo os riscos de contaminação, além de evitar gastos com o transporte dos resíduos (SILVA et al., 2002, p.98).

Apesar do risco de contaminação, o próprio composto, quando rico em húmus tem potencial atenuante relacionado ao seu elevado teor de matéria orgânica. O húmus presente na matéria orgânica tem a propriedade de adsorver metais pesados, formando complexos organo-metálicos. Nesse tipo de ligação, o íon metálico quelado não pode ser trocado rapidamente e por isso fica indisponível às plantas(KIEHL, 1985, p.492).

De acordo com Mantovani (et al., 2004 p.372)

Entre as características químicas do solo, o pH desempenha papel fundamental na solubilidade e na disponibilidade de metais pesados. De maneira geral, o aumento do pH do solo diminui a disponibilidade dos metais por meio de reações de precipitação e pelo aumento da adsorção por colóides de carga variável.

A monitoração da presença de metais pesados no solo depende, em parte, de um método químico eficiente para medir a quantidade desses elementos colocada à disposição das plantas. Na determinação de solos para a avaliação da disponibilidade de nutrientes para as plantas, é recomendado o uso de solos que nunca foram adubados ou que se encontram em relativo equilíbrio químico, aos quais se adicionam todos os nutrientes em quantidades adequadas, menos o testado (Bataglia et al., 1989, p.48; Ferreira e Cruz, 1992, p.293-304).

4.4 LEGISLAÇÃO BRASILEIRA PARA COMPOSTOS ORGÂNICOS

De acordo com a Legislação Brasileira, o composto produzido de resíduo urbano é denominado fertilizante orgânico e até o ano 1982 não havia nenhuma regulamentação quanto à sua produção, comércio e fiscalização. A Lei nº 6.894/80, e a sua regulamentação por meio do Decreto nº 86.955/82, foi a primeira legislação específica que regulamentou a inspeção e fiscalização da produção e comércio de fertilizantes e corretivos agrícolas destinados à agricultura. A Portaria nº 01 da Secretaria de Fiscalização Agropecuária do Ministério da Agricultura estipula como especificações os parâmetros físicos, químicos e granulometria e as características dos compostos comercializados devem obedecer essas especificações (D'ALMEIDA e VILHENA, 2000, p.25).

Os valores estabelecidos para o composto no Brasil são apresentados a seguir:

Parâmetro	Valor	Tolerância
pH	Mínimo de 6,0	Até 5,4
Umidade	Máximo de 40%	Até 44%
Matéria Orgânica	Mínimo de 40%	Até 36%
Nitrogênio Total	Mínimo de 1,0%	Até 0,9%
Relação C/N	Máximo 18/1	Até 21/1

Tabela 3 – Valores de parâmetros estabelecidos no Brasil (In: BARREIRA et al., 2004 p.5.)

O fertilizante composto, quando considerado um produto comercializável, estará sujeito à legislação federal brasileira, sob a jurisdição do Ministério da Agricultura, que regulamenta o estabelecimento produtor, as matérias primas e o insumo gerado.

O **Decreto** 86.955 de 18 de fevereiro de 1982 dispõe sobre a inspeção e a fiscalização da produção e do comércio de fertilizantes, corretivos, inoculantes, estimulantes ou biofertilizantes destinados à agricultura. Destacam-se, em seu conteúdo, alguns comentários sobre os fertilizantes orgânicos:

Capítulo II, parágrafo 4: instrui-se as pessoas físicas e jurídicas que produzem e comercializam fertilizantes, a promover o registro de estabelecimento no Ministério da Agricultura.

Parágrafo 10, artigo 4: define-se o controle de qualidade por meio de laboratório próprio ou de terceiros, desde que devidamente registrado no Ministério da Agricultura. Neste caso, apresentar-se-á, para efeito de registro, o contrato de prestação de serviços entre o estabelecimento produtor e o laboratório de terceiros.

Capítulo 7: faz-se referência à assistência técnica à produção. É exigida a contratação de profissional habilitado e devidamente identificado junto ao Ministério da Agricultura, para assumir a função de Responsável Técnico pela produção.

Na portaria 84, de 29 de março de 1982, que dispõe sobre exigências, critérios e procedimentos a serem utilizados pela inspeção e fiscalização da produção e do comércio de fertilizantes, corretivos, inoculantes, estimulantes ou biofertilizantes, destinados à agricultura; são relevantes para a categoria de produtor de fertilizante composto, os seguintes aspectos: O capítulo 1, artigo 1, classifica os produtores em categorias e atividades. No caso da compostagem, cadastra-se o estabelecimento na categoria II, atividade D, que significa “produtor de fertilizante composto” No capítulo 3, especificam-se as instalações e equipamentos de produção necessários ao empreendimento: unidade de armazenamento da matéria prima; equipamento de movimentação da matéria-prima; unidade industrial; unidade embaladora; unidade de armazenamento do produto acabado. Ainda no capítulo 3, os artigos 7, 8 e 9 orientam para a necessidade de registro do produto e das matérias-primas. Este registro é feito em formulário próprio, onde especificam-se os integrantes do composto. Após a aprovação da solicitação de registro, o composto receberá um número que será reproduzido nas embalagens e nas notas fiscais.

A portaria número 1 de 04 de março de 1983, que dispõe sobre as especificações, garantias, tolerâncias e procedimentos para coleta de amostras de produtos, e os

modelos oficiais a serem utilizados pela inspeção e fiscalização da produção e do comércio de fertilizantes, corretivos, inoculantes, estimulantes ou biofertilizantes, destinados à agricultura, apresenta alguns aspectos que merecem comentário; No capítulo 1, encontram-se as referências quanto à natureza física dos fertilizantes, sendo farelado quando 100 % das partículas passam através de peneira ABNT 4 (4,8 mm) e 80 %, através de peneira ABNT 7 (2,8 mm); farelado grosso quando 100 % das partículas passam através de peneira de 38 mm e 98 % através de peneira 25 mm. No capítulo 2, são dadas as instruções de como coletar amostras dos fertilizantes orgânicos. No caso do fertilizante composto, em cada lote de 100 t coletam-se porções em no mínimo 20 pontos de profundidades diferentes, até obter-se entre 50 e 100 kg do produto. Homogeneiza-se e por meio de quarteamentos obtém-se amostras finais de 1,5 kg.

Desde 08 de setembro de 2005, as especificações da produção de fertilizantes orgânicos submetem-se aos dispositivos da Instrução Normativa 23 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Toda a legislação foi extraída do site <http://pt.wikipedia.org/wiki/Compostagem> no dia 28/07/2010).

5. COMPOSTAGEM NO ENSINO AMBIENTAL

O gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos têm se apresentado como um dos grandes desafios a serem enfrentados não só pelas administrações municipais como também por todos os moradores das comunidades geradoras de resíduos. No Brasil, a responsabilidade pelo gerenciamento desses resíduos é exclusiva da municipalidade que desenvolve sistemas próprios que atendam a demanda e as características culturais, sociais e econômicas locais.

A agravante produção de lixo evidencia a urgência em se adotar um sistema que conscientize educacionalmente o manejo dos resíduos, definindo uma política para a gestão e o gerenciamento, a qual assegure a melhoria continuada do nível de qualidade de vida, promovendo ações práticas recomendadas para a saúde pública e protegendo o meio ambiente. (Sanches et al., 2006, p.10).

Segundo Ruffino et al. (2005, p. 3).

A educação é empregada como ferramenta de construção do exercício da cidadania (responsabilidade e ação afirmativa) e do conhecimento científico (gerenciamento de resíduos sólidos domiciliares).

Conscientizar alunos sobre a importância da preservação do meio ambiente não é simplesmente transmitir valores “verdes” do professor para o aluno; é, na verdade, possibilitar ao aluno questionar criticamente os valores estabelecidos pela sociedade, assim como os valores do próprio professor que está trabalhando em sua conscientização. É permitir que o aluno construa o conhecimento e critique valores a partir de sua realidade, o que não significa um papel neutro do professor que negue os seus próprios valores em sua prática, mas que propicie ao aluno confrontar criticamente diferentes valores em busca de uma síntese pessoal que refletirá em novas atitudes (GIUBBINA et al., 2008, p. 5).

No intuito de conscientização dos alunos e da comunidade da necessidade de preservação do meio ambiente, um processo de compostagem pode ser implantado para minimizar o lixo gerado no restaurante do próprio colégio e pela comunidade vizinha. O composto gerado pode ser utilizado como adubo no plantio de sementes e no jardim da escola.

O primeiro passo para a conscientização é o aprendizado sobre a separação do lixo gerado, organizando lixeiras com cores de acordo com o material que irá ser recebido, melhorando também um possível serviço de coleta seletiva.

Segundo Ferreira e Filho (2008, p.1).

A coleta seletiva contribui para a melhoria do meio ambiente, na medida em que: diminui a exploração de recursos naturais; reduz o consumo de energia; diminui a poluição do solo, da água e do ar; prolonga a vida útil dos aterros sanitários; possibilita a reciclagem de materiais que iriam para o lixo; diminui o desperdício e os gastos com a limpeza urbana; cria oportunidade de fortalecer organizações comunitárias; e gera emprego e renda pela comercialização dos recicláveis



Figura 12 – Separação de materiais reciclados por cores de lixeiras

O objetivo da compostagem orgânica é promover conhecimento aos alunos sobre a importância da preservação ambiental, do patrimônio escolar e, importância do trabalho junto a comunidade e desenvolver capacidade crítica, senso de responsabilidade sócio ambiental, promovendo uma formação cidadã e consciente, motivada para ações sustentáveis.

A compostagem pode ser produzida pelos alunos, sendo instruídos sobre quais resíduos seriam adequados á compostagem, realizando coleta dos materiais, como os restos de vegetais e esterco de curral, onde distribuíram em camadas durante a construção da pilha, na qual deverá ser revirada (manejada) a cada 15 dias, até a obtenção do fertilizante orgânico aos 90 dias. Ao final da compostagem, o fertilizante orgânico pode ser utilizado em jardins e hortas e o tema compostagem pode ser abordado por todas as disciplinas de acordo com o trabalho realizado pelos alunos ao longo período de transformação do resíduo orgânico em fertilizante.

6. METODOLOGIA

As amostras a serem analisadas foram coletadas na usina de reciclagem de Tarumã, SP. Os parâmetros de análises: Temperatura, pH, umidade, Carbono orgânico e Nitrogênio total de acordo com o livro: Análise de Corretivos, Fertilizantes e Inoculantes – Métodos Oficiais do Laboratório Nacional de Referência Vegetal.

A temperatura será tirada na leira com o termômetro numa profundidade de 60 cm como descrito em Kihel 1985.

Carbono Orgânico será determinado pela relação de matéria orgânica total e umidade.

6.1 MATERIAIS E REAGENTES

Cadinhos de Porcelana

Cadinhos de metal

Enlenmeyer de 250mL

Tubos para Destilador de nitrogênio

Mistura catalítica (0,2g de $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$; 1,0g de K_2SO_4)

Ácido Sulfúrico p.a.

Acido Bórico 4%

Hidróxido de sódio 50%

Ácido Clorídrico 0,1N

6.2 EQUIPAMENTOS

Destilador de Nitrogênio TECNAL, modelo: TE-036/1

Bloco digestor TECNAL

Mufla EDG, modelo: EDG3P-S

Manta aquecedora TECNAL, modelo: TE-0181

Estufa de 105°C SIBATA, modelo: SPO-450

Dessecador SIBATA, modelo: EEA-JICA

PHmetro MARCONI, modelo: MA-522

6.3 PROCEDIMENTOS

6.3.1 Cinzas

- a) Pesou-se 5g da amostra em um cadinho de porcelana, tarado e levou-se à estufa de 105°C durante 3 horas.
- b) Retirou-se da estufa, esfriou-se e pesou-se (p_1)
- c) Transferiu-se para a mufla e elevou-se a temperatura até atingir 550°C, mantendo a porta entreaberta para proporcionar adequada aeração. Fechou-se a porta, e manteve nessa temperatura por mais 1 hora.
- d) Retirou-se da mufla, esfriou-se em dessecador, e pesou-se (p_2)

Calculo:

$$\% C. = \frac{(P_f - P_i)}{P_a} \times 100$$

Onde:

Pi: peso inicial

Pf: peso final

Pa: peso da amostra

6.3.2 Umidade

Pesou-se 2g da amostra em um cadinho de alumínio previamente tratado, e levou-se a estufa de 105°C por 4 horas. Esperou esfriar no dessecador e pesou-se.

Calculo:

$$\% \text{ Um} = \frac{100 \times (\text{pf} - \text{pi})}{\text{Pa}}$$

Onde:

Pf: peso final

Pi: peso inicial

Pa: peso da amostra

O Carbono Orgânico é calculado da seguinte forma:

$$\% \text{ C.O.} = \frac{\text{Matéria Orgânica Total} + \text{Umidade}}{1,8} - 100$$

6.3.3 Nitrogênio total (Método KJELDAHL).

6.3.3.1 Digestão

1. Amostras sólidas: pesou-se exatamente cerca de 0,2g da amostra previamente homogeneizada e, juntamente com o papel de pesagem transferiu-se para o tubo de digestão. Adicionou-se 0,2g de $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, 1,0g de K_2SO_4 e 5 mL de H_2SO_4 concentrado (1,5g de mistura catalítica).
2. Agitou-se cuidadosamente o tubo para misturar bem os componentes, evitando espalhá-los demasiadamente nas paredes do tubo.
3. Colocou-se o tubo no bloco digestor e iniciou-se o aquecimento lentamente, aumentando gradativamente a temperatura de digestão até atingir aproximadamente 350°C . (Aumentou-se a temperatura de maneira a evitar a fervura do ácido e assim a perda da amostra). O procedimento de aquecimento foi feito em aproximadamente 30 minutos.
4. A digestão terminou quando o líquido no tubo estava límpido e transparente e de coloração levemente esverdeada.

6.3.3.2 Destilação

1. Diluiu-se a amostra digerida com aproximadamente 10 mL de água destilada.

2. Ligou-se o aparelho de destilação de Kjeldahl, verificando-se a voltagem.
3. Abriu-se a torneira de água de resfriamento do condensador.
4. Verificou-se o nível de água no balão de geração de vapor.
5. Girou-se o mostrador da resistência de aquecimento do gerador de vapor até 7-8 e aguardou-se a fervura da água.
6. Em erlenmeyer de 125 mL adicionou-se 10 mL de solução de ácido bórico 2% contendo solução de indicador misto.
7. Conectou-se o Erlenmeyer ao condensador, verificando-se que o tubo de descarga do condensador está devidamente mergulhado na solução de ácido bórico.
8. Adicionou-se solução de NaOH 50% ao funil dosador.
9. Conectou-se o tubo contendo a amostra ao encaixe devido, verificando-se se este bem encaixado.
10. Adicionou-se lentamente (gota a gota) a solução de NaOH 50% através do funil dosador, ao tubo contendo a amostra, até a viragem da coloração para azul marinho intenso ou marrom escuro.
11. Ao término da neutralização, fechou-se a torneira do dosador e ligou-se o aquecimento, girando o mostrador até 9-10.
12. Coletou-se cerca de 50 mL do destilado.
13. Ao término da destilação, retirou-se o Erlenmeyer contendo a amônia destilada, sem desligar o aquecimento de geração de vapor.
14. Somente após retirado o Erlenmeyer, desligou-se o aquecimento e desconectou-se o tubo digestor contendo a amostra esgotada.
15. Limpou-se o sistema de destilação conectando um tubo digestor contendo 20 mL de água destilada no local de encaixe devido e colocando um béquer de coleta de água destilada na boca do condensador sem mergulhar o tubo de descarga do mesmo béquer. Deixou-se destilar por 5 minutos. Lavou-se o sistema de destilação.

Cálculo:

$$\% \text{ Nitrogênio} = \frac{(V_x F_c \times 0,875)}{P_a}$$

Onde:

V: Volume de HCl gasto na titulação

Fc: Fator de correção do HCl

Pa: peso da amostra

6.3.4 pH

Pesou-se 10g da amostra em um becker de 250mL, completou-se com 90 mL de água destilada e levou-se ao pHmetro sob afitação.

7. RESULTADOS E DISCUSSÃO.

As amostras foram analisadas no Centro de pesquisa em Ciência (CEPECI) da Fundação Educacional do Município de Assis (FEMA).

Foram coletadas 13 amostras retiradas das leiras de compostagem, da 1ª a 12ª semana e 13ª é o composto final já caracterizado como fertilizante orgânico. A tabela a seguir mostra o resultado do acompanhamento das leiras durante o período da compostagem.

Número de semanas	Temperatura	% Nitrogênio	% Carbono
1ª Semana	42°C	0,83	17,86
2ª Semana	68°C	1,97	43,63
3ª Semana	63°C	0,99	21,1
4ª Semana	55°C	0,89	9,62
5ª Semana	42°C	1,00	18,18
6ª Semana	36°C	1,42	11,55
7ª Semana	40°C	0,70	24,89
8ª Semana	40°C	1,37	21,86
9ª Semana	38°C	1,02	22,96
10ª Semana	47°C	0,92	25,51
11ª Semana	46°C	0,97	21,38
12ª Semana	39°C	1,22	24,48
13ª Semana = composto final	-----	1,60	31,66

Tabela 4 - Tabela que expressa os valores obtidos nas análises.

Com base nos resultados, as leiras seguiram as exigências durante o processo de compostagem. Na segunda semana, nota-se uma variação considerável nos resultados adquiridos, isto deve-se a amostragem, porque nas coletas em leiras não tem como a amostra ser completamente homogênea.

A amostra final considerada o fertilizante orgânico pronto foi a 13ª amostra a ser analisada totalizando 91 dias de compostagem.

A tabela a seguir compara os resultados obtidos no composto com os parâmetros exigidos:

Parâmetro	Valor	Valores obtidos
Ph	Mínimo de 6,0	8,26
Umidade	Máximo de 40%	18,41%
Nitrogênio Total	Mínimo de 1,0%	1,60%
Relação C/N	Máximo 18/1	19/1

Tabela 5 – Comparativo dos resultados obtidos com parâmetros requeridos.

O composto final se apresentou dentro dos parâmetros, menos na relação Carbono/Nitrogênio em que o valor de carbono ficou pouco acima do permitido.

CONCLUSÃO

A partir dos dados conclui-se que a monitoração das leiras é importante para a qualidade do composto denominado fertilizante orgânico por suas características. As análises feitas mostraram que o composto coletado produzido na Usina de reciclagem de Tarumã está dentro dos parâmetros exigidos e que problemas com amostragem podem trazer variações aos resultados.

REFERÊNCIAS

ATERRO CONTROLADO. Disponível em
<<http://www.portalsaofrancisco.com.br/alfa/meio-ambiente-reciclagem/aterro-controlado.php>>. Acesso em: 28 jul. 2010.

BARREIRA, L. P.; JUNIOR, A. P.; RODRIGUES, M. S. **Usinas de compostagem: Avaliação da qualidade dos compostos e processos de produção.** 2004. 14p. Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, 2004.

BATAGLIA, O.C.; FURLANI, A.M.C.; TEIXEIRA, J.P.F.; FURLANI, P.R.; GALLO, J.R. **Métodos de análise química de plantas.** Boletim Técnico. 1983. 48p. Instituto Agrônomo, Campinas, 1983.

BETTIOL, W.; TRATCH, R.; GALVÃO, J.A.H. **Controle de doenças de plantas com biofertilizantes.** 1998. 22p. EMBRAPA, Jaguariúna, 1998.

CAMPOS, A. L. O.; BLUNDI, C.E. **Avaliação de matéria orgânica em compostagem: metodologia e correlações.** 1998. 16p. Escola de Engenharia de São Carlos – Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, 1998.

COMPOSTAGEM. Disponível em
<http://compostagemagricola.blogspot.com/2009_06_01_archive.html>, Acesso em: 28 jul. 2010.

COMPOSTAGEM E ADUBAÇÃO ORGÂNICA. Disponível em
<<http://www.portaldoagronegocio.com.br/conteudo.php?id=23208>>, Acesso em: 28 de jul. 2010.

COSTA BRITO, Marcio José, **Processo de compostagem de resíduos urbanos em pequena escala e potencial e utilização do composto como substrato.** 2008. 124p. Dissertação de Pós-Graduação – Universidade Tiradentes, Aracaju, SE, 2008.

D'ALMEIDA, M. L. O.; VILHENA, A., coordenadores. **Lixo municipal: manual de gerenciamento integrado.** São Paulo, SP, IPT/CEMPRE; 2000.

EGREJA, F. B.; REIS, E. L.; JORDÃO, C. P.; PEREIRA, J. T. Avaliação quimiométrica da distribuição de metais pesados em composto de lixo urbano domiciliar. **Química Nova**, vol. 22, n.3, Maio, 1999.

FADINI; Pedro Sérgio; BARBOSA, Almerinda Antonia. Lixo: desafios e compromissos. **Química Nova na Escola**, edição especial, maio, 2001, p.9-18.

FERNANDES, F.; COELHO, L. O.; NUNES C. W.; SILVIA, S. M. C. P. 1996 Aperfeiçoamento de Tecnologia de Compostagem e Controle de Patogêneos. SAMARE, Curitiba.PR- **Sanepar**, v.5, nº5, 1996, p 36-45.

FERNANDES, F.; PEREIRA, S. M. C. **Manual prático para a compostagem de bio-sólidos**. 2002. 91p. Universidade Estadual de Londrina, Londrina, PR, 2002.

FERREIRA, W. M., FILHO, J. O. **Concepções dos alunos sobre as cores das lixeiras e o tipo de material que deve ser depositado**. 2008. XIV Encontro Nacional de Ensino de Química. UFPR, Curitiba, PR. 2008, p.1.

FERREIRA, M.E.; CRUZ, M.C.P. Seleção de extratores químicos para avaliação da disponibilidade de zinco em solos do Estado de São Paulo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.27, 1992, p.293-304.

FURIAM, S. M.; SOUZA, L. M. **Métodos de monitoramento no processo aeróbico de compostagem**. 1996. Universidade Estadual de Feira de Santana, Campus Universitário, Feira de Santana, BA, 1996, p.233 – 240

GIUBBINA, F. F.; CAMPOS, W. L. A. M.; ABREU, D. G. **A formação ambiental segundo a percepção de licenciandos em Química**. 2008. XIV Encontro Nacional de Ensino de Química. UFPR, Curitiba, PR. 2008, p.5.

GOMES, W.R.; PACHECO, E. **Composto Orgânico**. 1988. Escola Superior e Agricultura de Lavras, Boletim Técnico, Lavras, 1988.

GORGATI, C. Q. ; JUNIOR, J. L. **Compostagem de resíduos sólidos urbanos: equações de correlação entre incidência de chuva e produção de chorume em área de proteção aos mananciais**. 2002. 6p. VI Simpósio Ítalo Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, SP, 2002.

INKEL, M.; SMET, P.; TERSMETTE, T.; VELDKAMP, T. **Preparação e utilização de composto**. 2005. 74p. 1 ed. Tradução de Láli de Araújo, Fundação Agromisa e CTA, 2005.

KIEHL, E. J. **Fertilizantes orgânicos**. São Paulo: Ed. Agronômica Ceres, 1985.

LACERDA, M. R. B.; PASSOS, M. A. A.; RODRIGUES, J. L. V.; BARRETO, L. P. Características Físicas e químicas de substratos à base de pó de coco e resíduo de sisal para produção de mudas de sabiá. **Revista Árvore**, v.30, n.2, 2006 p. 163-170.

LIXÃO X ATERRO. Compostagem, Disponível em <http://www.lixo.com.br/index.php?option=com_content&task=view&id=144&Itemid=251>. Acesso em: 05. jul. 2010.

LOPES, P.A. **Estudo comparativo e avaliação de diferentes sistemas de compostagem de resíduos sólidos urbanos**. 1999. 128p. Dissertação de Mestrado – Engenharia Civil- Universidade de Coimbra, Coimbra, 1999.

MANTOVANI, J. R.; PESSOA, M. C.; FERREIRA, M. E.; ALVES, W. L. **Extratores para avaliação da disponibilidade de metais pesados em solos com vermicomposto de lixo urbano**. Pesquisa agropecuária – Universidade Estadual Paulista. Departamento de Solos e Adubos, v.39, n.4, Brasília, abril, 2004, p.371-378.

OLIVEIRA, F.C. **Disposição de “resíduo orgânico” e composto de lixo urbano num Latossolo Vermelho-Amarelo cultivado com cana-de-açúcar**. Tese de Doutorado. 2000. 247p. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Piracicaba, 2000. 247p.

OLIVEIRA, S. **Compostagem: Vermicompostagem**. 2001. 9p. Apostila elaborada para o curso de Zootecnia da UNESP. Departamento de Recursos Naturais, Campos de Botucatu, SP, abril, 2001.

PEREIRA NETO, J.T. 1996 , **Manual da compostagem**. Belo Horizonte, 1 ed., 1996, 56p.

PEREIRA NETO, J. T. ; FILHO, S.S. ; CARDOSO, I. M. **Utilização de composto orgânico de lixo urbano na recuperação de áreas degradadas**. p.1675.

Laboratório de Engenharia Sanitária e Ambiental – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

PEREIRA NETO, J. T.; MESQUITA, M. M. F. **Compostagem de Resíduos Sólidos Urbanos: aspectos teóricos, operacionais e epidemiológicos**, Lisboa, 1992.

PIRES, A. M. M. ; COSCIONE, A. R. ; ANDRE, E. M. . **Regulamentação do uso agrícola de composto de resíduo sólido urbano**. 2009. 204p. Gestão pública de resíduos sólido urbano: compostagem e interface agro-florestal: Fepaf, Botucatu, SP, 2009.

ReCESA, Rede de Captação e Extensão Tecnológica em Saneamento Ambiental, **Gestão integrada de resíduos sólidos urbanos. Guia do profissional em treinamento**, vol.1 ,2007, p.17

REIS, M. F.; ANDRADE, F. R.; GEHLING, G. R. **Efeitos escala e clima no processo de compostagem em região subtropical**. 2000. 8p. XXVII Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2000.

RESENDE, Fabiana Abreu. **Aceleração do processo de compostagem de resíduos sólidos: Avaliação de fertilizante obtido em uma usina de compostagem no litoral norte da Bahia**. 2005. 82p. Dissertação de Pós-Graduação – Instituto de Geociências - Universidade Federal da Bahia, Salvador, BA, 2005.

RUFINNO, P. H. P.; GURVELO, A. A. S.; SANTOS, S. A. M.; XAVIER, A. S. O.; HEIN, L. G. L.; MASSUKADO, L. M. **Projeto ABC da Compostagem: a educação ambiental como instrumento para o gerenciamento de resíduos sólidos domiciliares**. 2005. Centro de Divulgação Científica Cultural. São Carlos, SP. 2005, p.3.

SANCHES S. M.; TOMICH, C. H.; SILVA, P.; VESPA, I. C. G.; VIEIRA, E. M. A importância da compostagem para a Educação Ambiental nas escolas. **Química Nova na Escola**. Numero 23, maio, 2006. p.10-12.

SILVA, F. C.; BERTON, R. S.; CHITOLINA, J. C.; BALLESTERO, S. D. **Recomendações Técnicas para Uso Agrícola do Composto de Lixo Urbano no Estado de São Paulo**. Circula Técnica 3 – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Campinas, SP, 2002.

SOMBRA OLIVEIRA, F.N.; LIMA, H. J. M.; CAJAZEIRA, J. P. **Uso da compostagem em Sistemas Agrícolas Orgânicos**. 2004. 17p. Embrapa, Fortaleza, CE, dezembro, 2004.

TRIAGEM E COMPOSTAGEM. Disponível em
<http://www2.portoalegre.rs.gov.br/dmLu/default.php?p_secao=114>. Acesso em: 28 jul. 2010)

ZUCCONI, F; DE BERTOLDI, M. **Compost specifications for the production and characterization of compost from municipal solid waste**. Editor. Compost.- Production, Quality and Use. p.30-60,1986.