

Gerenciamento de Resíduos Sólidos Orgânicos e Verificação da Viabilidade de Compostagem em Instituições de Pesquisa



ISSN 1516-8840

Novembro, 2015

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Clima Temperado
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

Documentos395

Gerenciamento de Resíduos Sólidos Orgânicos e Verificação da Viabilidade de Compostagem em Instituições de Pesquisa

Cristiane de Castro Caimes

Lilian Terezinha Winckler Sosinski

Embrapa Clima Temperado
Pelotas, RS
2015

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Clima Temperado

Endereço: BR 392, Km 78

Caixa postal 403, CEP 96010-971 - Pelotas/RS

Fone: (53) 3275-8100

www.embrapa.br/clima-temperado

www.embrapa.br/fale-conosco

Comitê de Publicações da Unidade Responsável

Presidente: *Ana Cristina Richter Krolow*

Vice-presidente: *Enio Egon Sosinski Junior*

Secretária-Executiva: *Bárbara Chevallier Cosenza*

Membros: *Ana Luiza Barragana Viegas, Apes Falcão Perera, Daniel Marques Aquini, Eliana da Rosa Freire Quincozes, Marilaine Schaun Pelufê.*

Revisão de texto: *Eduardo Freitas de Souza*

Normalização bibliográfica: *Marilaine Schaun Pelufê*

Editoração eletrônica: *Rosana Bosenbecker (estagiária)*

Foto(s) de capa: *Paulo Lanzetta*

1ª edição

1ª impressão (2015): 30 exemplares

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Clima Temperado

C134g Caimes, Cristiane de Castro
Gerenciamento de resíduos sólidos orgânicos e verificação da viabilidade de compostagem em instituições de pesquisa / Cristiane de Castro Caimes e Lilian Terezinha Winckler Sosinski. – Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2015.
47 p. (Documentos / Embrapa Clima Temperado, ISSN 1516-8840 ; 395)

1. Resíduo sólido. 2. Resíduo orgânico.
3. Compostagem. 4. Instituição de pesquisa.
I. Sosinski, Lilian Terezinha Winckler. II. Título. III. Série.

363.7 CDD

©Embrapa 2015

Autores

Cristiane de Castro Caimes

Gestora ambiental, Pelotas, RS

Lilian Terezinha Winckler Sosinski

Engenheira-agrônoma, D.Sc. em Ecologia,
pesquisadora da Embrapa Clima Temperado,
Pelotas, RS

Apresentação

A separação dos resíduos sólidos é uma prática fundamental para sua deposição e destinação final correta. Em órgãos e entidades da administração pública federal direta e indireta, o Decreto nº 5.940, de 25 de outubro de 2006, instituiu a separação de resíduos recicláveis na fonte geradora e a sua destinação às associações e cooperativas dos catadores de materiais recicláveis. Essa separação, se feita corretamente, permite, além da destinação dos resíduos recicláveis para cooperativas e associações, que os resíduos orgânicos sejam reaproveitados, reduzindo ainda mais os resíduos gerados. Para realizar esse gerenciamento, entretanto, são necessários conhecimentos prévios sobre a quantidade de resíduos gerados. Para acompanhar e avaliar esse processo dentro de uma instituição pública de pesquisa, foi realizado o presente trabalho na Embrapa Clima Temperado, buscando quantificar e conhecer as classes de resíduos sólidos gerados, verificar o conhecimento dos usuários sobre sua deposição e identificar as mudanças ocorridas a partir da instalação de novos coletores. Para os resíduos sólidos orgânicos gerados, verificou-se a viabilidade da compostagem na Unidade como um todo.

Os resultados aqui sistematizados contribuirão para a elaboração de programas de gestão ambiental para esta instituição, a partir de um

processo de sensibilização para mudança de comportamento e atitudes com base em ações mais sustentáveis para gestão de resíduos sólidos.
Boa leitura!

Clenio Nailto Pillon
Chefe-Geral
Embrapa Clima Temperado

Sumário

| | |
|--|----|
| Introdução | 9 |
| Métodos de Disposição Final de Tratamento de Resíduos Sólidos Urbanos | 12 |
| Materiais e Métodos | 19 |
| Local de Estudo | 19 |
| Coleta de Dados | 20 |
| Resultados e Discussão | 24 |
| Diagnóstico do processo de coleta de resíduos | 24 |
| Avaliação pós instalação de coletores identificados | 26 |
| Caracterização do uso das lixeiras no prédio | 29 |
| O processo de compostagem e avaliação da sua viabilidade..... | 30 |
| Conclusão | 37 |
| Referências | 38 |
| Anexos | 44 |
| Anexo 1 | 44 |
| Anexo 2 | 45 |

Gerenciamento de Resíduos Sólidos Orgânicos e Verificação da Viabilidade de Compostagem em Instituições de Pesquisa

*Cristiane de Castro Caimes
Lilian Terezinha Winckler Sosinski*

Introdução

Na sociedade atual a geração de resíduos é elevada, sendo que muitos desses provêm de materiais de degradação muito lenta. A diferença entre quantidade de resíduos gerados e quantidade de resíduos degradados provoca impactos negativos no ambiente (FIORI et al., 2008). Os efeitos desse acúmulo de resíduos têm levado a sociedade a uma maior conscientização do real perigo para a sua subsistência (BENDASSOLLI et al., 2002).

Segundo estimativas das Nações Unidas, a população mundial era de 7,2 bilhões de pessoas em junho de 2013, todas gerando lixo em maior ou menor quantidade. No Brasil, a quantidade de resíduos sólidos gerados é de 260mil ton/dia, sendo que regiões de maior desenvolvimento, como a Sudeste, têm a maior produção per capita (1,96 kg/hab/dia), enquanto a média nacional é de 1,35 Kg/hab/dia (ARANTES, 2009). Destes, estima-se que cerca de 70% sejam resíduos orgânicos, os quais são potenciais vetores de doenças (BRASIL, 2000). A decomposição da matéria orgânica presente no lixo resulta na formação de chorume, um líquido de cor escura que pode contaminar o solo e as águas superficiais ou subterrâneas (GOUVEIA, 2012).

Para gerenciar os resíduos sólidos, se faz necessária uma gestão

integrada, com vistas à prevenção e ao controle da poluição, à proteção e à recuperação da qualidade do ambiente e à promoção da saúde pública, assegurando o uso adequado dos recursos ambientais consumos de bens, possibilitando a reposição desses materiais no meio ambiente sem causar impactos (ARANTES, 2009). O gerenciamento busca assegurar que todos os materiais residuais gerados por uma atividade produtiva sejam tratados de forma apropriada e segura, desde sua geração até a disposição final, envolvendo as etapas de geração, segregação na fonte, caracterização, inventário, minimização, armazenamento, transporte, tratamento e disposição final (FIGUERÊDO, 2006).

Uma das prioridades é verificar se os materiais residuais inevitavelmente gerados podem ser reutilizados, recuperados, reciclados ou compostados para uso na própria instituição ou no meio externo. Apesar de não reduzir a geração de material na fonte, a estratégia de reaproveitamento dos resíduos é importante, na medida em que permite converter os resíduos em materiais úteis e reintegrá-los a um ciclo econômico, obtendo economia de recursos materiais e financeiros e reduzindo a quantidade de rejeitos enviada para tratamento e disposição final. Este é o caso dos resíduos orgânicos, os quais podem gerar energia biotérmica para aquecimento de água e ar, retornar aos sistemas de produção, entre outros (BETTARELLO, 2007; HERMES, 2005).

Conforme Figuerêdo (2006), instituições de ensino e de pesquisa devem se valer de estratégias, diretrizes e o apoio técnico suficiente dessas instituições para perseguir os objetivos da gestão e assegurar o contínuo atingimento dos seguintes objetivos institucionais: visibilidade quanto à responsabilidade social e ambiental, contribuição à formação de novos hábitos, economia de recursos naturais e financeiros, atendimento às normas e exigências legais.

A lei 6.938/81, que institui a Política Nacional do Meio Ambiente, e a lei

9.605/98, que trata dos crimes ambientais, bem como a lei 12.305/10, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, estabelecem que a responsabilidade pela reparação de qualquer dano ambiental é solidária e compartilhada, ou seja, o gerador ou empresa é responsável pelo seu resíduo gerado até sua destinação final.

O Decreto nº 5.940, de 25 de Outubro de 2006, trata da coleta solidária, e institui a separação dos resíduos recicláveis descartados pelos órgãos e entidades da administração pública federal direta e indireta, na fonte geradora, e a sua destinação às associações e cooperativas dos catadores de materiais recicláveis. Segundo Bendassolli et al. (2002) e Bertazzoli et al. (2002), nas instituições federais tem aumentado consideravelmente a preocupação com os resíduos gerados e, sempre que possível, existe um empenho para a melhor deposição, disposição e recuperação dos resíduos gerados em vários processos, com o objetivo de torná-los úteis novamente. A implementação do Decreto 5.940/2006 constitui uma importante contribuição social e ambiental, pois são mais de 600 mil servidores, funcionários e prestadores de serviço, distribuídos em diversos órgãos, que juntos somam forças, para combater o grande desafio da sociedade brasileira: diminuir as desigualdades sociais, contribuindo para o desenvolvimento sustentável, a geração de oportunidade de renda, já que a coleta seletiva torna-se obrigatória nas instituições públicas federais (BRASIL, 2008). Essa ação, além de propiciar ganhos ambientais e sociais, estimula a responsabilidade socioambiental de todos aqueles que, direta ou indiretamente, estão envolvidos com a sua geração. A segregação necessária para a coleta solidária leva também a melhorias nas possibilidades de tratamento dos resíduos.

A Embrapa Clima Temperado conta com 351 empregados que, ao incorporarem essa prática ao seu dia a dia, além dos benefícios locais, também podem servir de multiplicadores através das suas ações de pesquisa e transferência de tecnologia.

Métodos de Disposição Final e de Tratamento de Resíduos Sólidos Urbanos

Conforme a Associação Brasileira de Normas Técnicas, os resíduos são classificados em: a) resíduos de classe I - perigosos; b) resíduos classe II - não perigosos, os quais podem ser divididos em resíduos classe II A - não inertes (ex.: resíduos orgânicos domésticos) e resíduos de classe II B - inertes (NBR10.004/04 da ABNT).

Também podem ser classificados de acordo com o local gerador, sendo esses divididos em domiciliar, oriundo de residências urbanas; de limpeza urbana, oriundo de varrição, podas e outros; de estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços, os quais irão variar de acordo com a natureza da atividade; resíduos de serviços públicos de saneamento básico, como resíduo de estações de tratamento de esgoto; resíduos industriais, decorrentes do processo de produção e instalações industriais; resíduos de serviço de saúde; resíduos da construção civil, que inclui entulhos e aterros; resíduos agrossilvipastoris, os quais incluem os resíduos de insumos, entre outros; resíduos de serviços de transporte, caracterizando-se como aqueles gerados em portos, aeroportos, terminais rodoviários, entre outros, e os resíduos de mineração, que são gerados na atividade de pesquisa, extração e beneficiamento de minério (ORNELLAS, 2011). Deve-se ressaltar que cada classe possui características e composições de resíduos diferenciadas.

Em geral, as formas usuais de destinação e disposição final de resíduos sólidos são os lixões, aterros sanitários e a incineração, enquanto os tratamentos são as usinas de compostagem e a reciclagem (JUNKES, 2002). De acordo com Gouveia (2012), houve um aumento significativo dos aterros sanitários no Brasil entre 2000 e 2008, acompanhado por pequena redução dos lixões. Os locais de armazenamento e de disposição final tornam-se ambientes propícios

para a proliferação de vetores e de outros agentes transmissores de doenças, podendo haver também a emissão de partículas e outros poluentes atmosféricos, diretamente pela queima de lixo ao ar livre ou pela incineração de dejetos sem o uso de equipamentos de controle adequados (GOUVEIA, 2012).

Os lixões são locais condenáveis de disposição final, onde os resíduos são lançados ao solo, sem qualquer estudo prévio, monitoramento ou tratamento. Normalmente localizam-se afastados do centro das cidades, porém as consequências decorrentes do abandono do lixo a céu aberto são visíveis à população (JUNKES, 2002).

Junkes (2002) cita os aterros controlados como locais menos impactantes que os lixões, onde os resíduos são cobertos por solo como forma de reduzir a poluição. Essa não é uma forma correta de disposição, porém ainda muito praticada por vários municípios.

O aterro sanitário é o local tecnicamente adequado de disposição final, onde os resíduos são depositados com observância de rigorosas posturas técnicas, que minoram ou, por vezes, evitam a ocorrência de danos ambientais. O solo é impermeabilizado, impossibilitando que os líquidos residuais cheguem ao lençol freático, possuindo lagoas de estabilização, drenos de fundo para coleta do chorume e confinamento do lixo em camadas contendo solo (JUNKES, 2002). Porém, de acordo com Nascimento Neto e Moreira (2012), esse tipo de disposição é mais frequente em municípios com mais de 100 mil habitantes, onde cerca de 70% a 80% dos resíduos são assim destinados, enquanto em municípios com menos de 50 mil habitantes cerca de apenas 34,8% dos resíduos são destinados corretamente. Os aterros sanitários, embora importantes, apresentam algumas limitações, como o tempo de vida razoavelmente curto e a grande dificuldade na obtenção de locais adequados para sua implantação nas proximidades dos centros urbanos, além de questões como impacto social e risco biológico às populações circunvizinhas e

também aos trabalhadores do local, que podem estar ligadas às instalações de aterros sanitários (GOUVEIA, 2012). Os consórcios intermunicipais surgem nesse contexto como uma possibilidade de enfrentamento conjunto dos desafios que envolvem a gestão de resíduos sólidos urbanos, porém, inevitavelmente se faz necessária a construção de uma Identidade Regional, a fim de minimizar as diferenças de forças entre os municípios com diferentes recursos (NASCIMENTO NETO; MOREIRA, 2012).

A reciclagem é uma forma de destinação final ambientalmente adequada em que se busca reprocessar e aproveitar novamente determinados resíduos sólidos. A reciclagem aumenta a diminuição da quantidade de lixo a ser aterrada, promove a preservação de recursos naturais e economia de energia na produção de novos produtos, além de propiciar novos negócios e geração de empregos diretos e indiretos através da criação de indústrias recicladoras (JUNKES, 2002). Porém, trata-se apenas de uma parte da solução para os resíduos. Torna-se imprescindível buscar minimizar a quantidade de resíduos que necessitam de destinação adequada, seguindo a lógica dos três Rs: redução, reutilização e reciclagem, sendo a reutilização tanto direta quanto através de processos como a compostagem (GOUVEIA, 2012).

A incineração: consiste em processo de queima controlada, normalmente mais indicado para boa parte dos resíduos industriais e para os denominados inertes combustíveis, podendo ser também utilizada para o lixo domiciliar. Esse tipo de tratamento reduz o volume dos dejetos, diminui o potencial tóxico dos mesmos e possibilita a utilização da energia liberada com a queima (JUNKES, 2002). Porém, a incineração de resíduos também traz riscos à saúde, uma vez que produz quantidades variadas de substâncias tóxicas, como gases, partículas, metais pesados, compostos orgânicos, dioxinas e furanos emitidos na atmosfera (GOUVEIA, 2012).

A compostagem se destaca como método de tratamento de resíduos orgânicos, sendo essa uma das melhores técnicas para tratar a fração orgânica dos resíduos sólidos urbanos, principalmente nos países de terceiro mundo, devido à possibilidade de ser implantada sob condições de baixo custo (BÜTTENBENDER, 2004)

A compostagem é um dos procedimentos destinados a reduzir a quantidade ou o potencial poluidor dos resíduos sólidos orgânicos, seja impedindo descarte de lixo em ambiente ou em local inadequado, seja transformando-o em material inerte ou biologicamente estável. O produto gerado pela compostagem propicia inúmeros benefícios para a sociedade, podendo ser utilizado associado ou não a fertilizantes químicos e para corrigir a acidez do solo e recuperar áreas erodidas. Entre os benefícios da implantação de sistemas de triagem e compostagem, podem ser destacados o controle da poluição ambiental; a contribuição para a proteção e preservação dos recursos naturais e a geração de empregos indiretos (BÜTTENBENDER, 2004). Essa transformação ocorre através do processo biológico de decomposição da matéria orgânica contida em resíduos de origem vegetal ou animal, tendo como resultado o composto orgânico (JUNKES, 2002).

De acordo com Inckel et al. (2005), a compostagem passa por três fases, sendo a primeira de aquecimento, resultado da decomposição de fibras duras e complexas. Nesse período os microrganismos multiplicam-se rapidamente, havendo produção de calor. Esse aquecimento não se dá igualmente em todo o composto, sendo maior no interior das pilhas. A proporção de C e N é quem regula a ação dos microrganismos, devendo a mistura de resíduos orgânicos ter uma relação C/N inicial em torno de 30 (OLIVEIRA et al., 2005). A segunda fase, de arrefecimento, é aquela em que grande parte da decomposição já ocorreu e, com isso, a temperatura começa a baixar (de 50 °C para 30 °C), havendo então a ação de outros microrganismos, que irão transformar os compostos orgânicos em

húmus. O controle de umidade e aeração pode acelerar ou retardar esse processo, sendo o mesmo variável também de acordo com os materiais utilizados e o clima (INCKEL et al., 2005). A fase de maturação se dá quando a temperatura baixa até atingir a temperatura do solo (15 °C a 25 °C), sendo caracterizada pela intervenção de animais maiores, como minhocas. A maturação não tem um período específico, porém, o composto pode ser usado quando tem aspecto de terra orgânica escura ou castanho/preta e se esfarela, não sendo possível identificar os materiais que o constituíram (INCKEL et al., 2005). Em geral a compostagem ocorre em 9 a 16 semanas, dependendo do material orgânico utilizado, do clima, aeração e umidade (OLIVEIRA et al., 2005).

O processo de compostagem pode ser classificado de acordo com a escala de produção de composto que é realizada, sendo as de larga escala aquelas realizadas através de usinas de triagem e compostagem (BRITO, 2008). De acordo com Junkes (2002), nas usinas para processamento de até 25 t/dia, o lixo é descarregado diretamente numa moega, que alimenta a esteira de triagem de onde retiram os recicláveis, sendo que os resíduos não separados ricos em material orgânico vão para o pátio de compostagem, onde deverão permanecer por cerca de 90 dias em leiras revolvidas periodicamente; denominada compostagem artesanal. As usinas para processamento de até 50 t/dia diferem da anterior pela presença de um fosso onde é depositado o lixo e pelo processo de compostagem ter revolvimento mecânico. Usinas para compostagem de até 100 t/dia têm linha de triagem duplicada e pilhas com aeração forçada. Existem ainda as usinas para processamento acelerado onde o procedimento não se dá pela compostagem natural e sim pela presença de um digestor ou reator, também denominado bioestabilizador, onde o resíduo avança no sentido contrário da corrente de ar, e tem as seguintes funções: por meio das rotações e dos tombamentos do lixo em seu interior, mistura mecanicamente e continuamente os componentes mais leves com mais pesados, mais secos com mais úmidos, tritura ou esfarela

os componentes frágeis, caracterizando o processo de compostagem como em recintos fechados com aeração forçada. De acordo com Abreu (2013), as usinas de compostagem, devido à separação mecânica, levam à produção de um produto final de baixa qualidade, com grande quantidade de partículas de materiais indesejáveis, possível contaminação com metais pesados e muitas vezes aspectos deploráveis e mau cheiro.

A compostagem de média escala em leiras superiores a 3 m³ de volume é de grande potencial em propriedades de produção agrícola que utilizam os próprios resíduos vegetais e excrementos animais para produzir o adubo orgânico, reduzindo custos na compra de fertilizantes químicos, porém tal prática pode ser limitada para os municípios ou ainda a pequena agricultura familiar, que não tem material suficiente para a montagem das leiras (BRITO, 2008).

A compostagem de pequena escala é aquela realizada em leiras ou composteiras com volume inferior a 3 m³, também denominada de compostagem caseira, sendo indicada para residências, condomínios, em empresas que tenham refeitórios, na agricultura urbana e familiar, em pequenas propriedades agrícolas e até mesmo em escolas e universidades, utilizando os resíduos orgânicos domésticos (BRITO, 2008).

Existem vários modelos de composteira para pequenas quantidades de resíduos, como as de caixa de madeira, de rede metálica, com três caixas fixas de madeira e arame, tijolos, tambores e latas, barril rotativo, entre outros, sendo o modelo a ser escolhido dependente do espaço, tempo disponível para os cuidados e tipo de resíduo gerado (FERREIRA, 2005; SALVARO et al., 2007; LAMANNA, 2008; SÁ, 2009).

A compostagem local de resíduos orgânicos não perigosos reduz significativamente os custos e consumo de energia com transporte, uma vez que o volume final a ser transportado pode diminuir até cerca

de 40 a 60% do seu original (BRITO, 2008).

Para que se tenha a possibilidade de aproveitamento dos resíduos, se faz necessário o conhecimento dos resíduos gerados para formular um sistema adequado para cada situação, possibilitando que se desenvolvam as atividades ligadas à triagem e compostagem dos resíduos sólidos de forma técnica e planejada (JUNKES, 2002). Existem diversas formas de se estimar a geração per capita de resíduos, como técnicas de pesagem de amostras, capacidades volumétricas de caminhões, número de viagens e dados demográficos, porém, a determinação da geração sofre alterações com o tempo e a influência de diversos fatores, como padrão de consumo, materiais utilizados em embalagens, campanhas de educação ambiental, entre outros (ORNELAS, 2011). De acordo com Castilho Junior (2003), devido às interferências, pode-se utilizar métodos estimativos a fim de determinar a geração de resíduos, podendo para tanto delimitar áreas representativas, estabelecendo o período de amostragem e a época do ano em que essa foi efetuada. Para a projeção de produção de resíduos em projetos de resíduos sólidos urbanos, são consideradas aceitáveis estimativas com base nas informações contidas em dados populacionais caso não seja possível obter a produção de resíduos pela geração média per capita, obtida por valores de pesagem durante um determinado período estabelecido (BRASIL, 2006).

Deve-se levar em conta o objetivo desta caracterização, como disposição final mais adequada aos resíduos sólidos gerados em uma determinada comunidade ou viabilizar a implantação de algum sistema de tratamento, como a compostagem, onde é necessário determinar a quantidade média de matéria orgânica que está chegando aos resíduos (OLIVEIRA; PASQUAL, 1998).

A coleta seletiva é uma das ferramentas primárias de fomento às políticas de reutilização dos resíduos sólidos, porém, para que um

município estabeleça um programa de coleta seletiva é necessário ter uma estimativa da composição gravimétrica do resíduo sólido para planejar uma estratégia adequada para o seu gerenciamento, devendo ser a educação ambiental inserida em um plano de gerenciamento integrado (ALCANTARA, 2010).

O presente trabalho teve por objetivo geral realizar um levantamento dos resíduos sólidos gerados em uma instituição de pesquisa e verificar a viabilidade de tratamento dos resíduos orgânicos através da compostagem. Os objetivos específicos foram: a) realizar o diagnóstico do processo de coleta seletiva adotado na sede da Embrapa Clima Temperado até o momento; b) verificar o conhecimento dos usuários sobre a deposição dos resíduos e identificar as mudanças ocorridas a partir da instalação de novos coletores; c) conhecer e quantificar os resíduos sólidos gerados em uma amostragem da unidade; d) propor uma forma de tratamento dos resíduos orgânicos gerados avaliando a viabilidade dessa prática.

Materiais e Métodos

O estudo foi realizado na sede Embrapa Clima Temperado, no de período de outubro de 2011 a dezembro de 2012. Devido aos diferentes tipos de resíduos gerados em laboratórios, salas, prédios, entre outros, optou-se pela avaliação dos resíduos sólidos gerados nas áreas comuns (prédios), e salas, caracterizando um estudo de caso dos resíduos comuns gerados na unidade.

Local de Estudo

Devido ao volume gerado e necessidade de adequação da coleta, foi selecionado apenas um dos prédios da Unidade, escolhido devido ao grande fluxo de pessoas de diferentes setores que circulam no local durante o dia. No prédio escolhido localiza-se a chegada e saída dos

ônibus de empregados, a agência bancária e o setor médico, além de algumas salas de técnicos, proporcionando assim uma diversidade de resíduo presumivelmente compatível com os demais prédios.

Coletas de Dados

Para diagnóstico da coleta seletiva, no dia 24 de outubro de 2011, foi realizada entrevista semiestruturada com o chefe da equipe de limpeza e com o responsável pela coleta do lixo, buscando identificar a periodicidade de coletas, a estrutura para armazenamento disposição e armazenamento temporário, além das classes de resíduos gerados.

Foi verificada a composição gravimétrica dos resíduos gerados, escolhendo como componentes resíduos orgânicos e recicláveis, conforme a equação 1 (ORNELAS, 2011), por um período de trinta dias, sendo para tanto utilizada uma de balança digital (marca Urano, com capacidade para 25 kg, e precisão de 5g (Figura 1). Os componentes a serem avaliados foram definidos de acordo com a destinação que seria dada aos mesmos.

$$1) CG\% = (P_i/P_t) \cdot 100$$

onde:

CG = composição gravimétrica em porcentagem.

P_i = é o peso de um constituinte do resíduo sólido.

P_t = é o peso total dos materiais constituintes do resíduo sólido.

Para iniciar o processo de avaliação da viabilidade da compostagem, foram instalados coletores adequados, de acordo com a proposta

de coletores do comitê local de gestão ambiental. Para tanto foram dispostas para coleta seletiva três lixeiras identificadas no saguão do prédio, para três categorias de resíduos, sendo eles: recicláveis, não recicláveis e orgânicos (Figura 2).



Fotos: Cristiane de Castro Caimes

Figura 1. Balança utilizada para quantificação dos resíduos.



Figura 2. Novos coletores identificados para a coleta seletiva.

De maneira a estimular o uso das mesmas, bem como informar a forma de segregação dos resíduos, foram colocados cartazes informativos sobre os tipos de resíduos a serem descartados em cada coletor, no mural localizado acima destas (Figura 3).

A partir da modificação na forma de disposição dos resíduos, foi realizado novo acompanhamento das coletas, quantificando através de balança digital (marca Urano, com capacidade para 25 kg, e precisão de 5g) o resíduo orgânico gerado, recolhido duas vezes por semana no prédio estudado e encaminhado para compostagem até completar local destinado para a compostagem.

Para verificar qual a percepção dos usuários do prédio quanto ao processo de descarte e deposição dos resíduos, tanto nas salas do prédio como áreas comuns, foi aplicado um questionário aos usuários. Esse questionário visava também à verificação da necessidade de adequação da quantidade de lixeiras nas salas e nas áreas comuns pela visão dos usuários, bem como a verificação do conhecimento dos usuários a respeito do destino dado aos resíduos pós-coleta e, por fim, sugestões de como melhorar o processo em suas diferentes etapas.

Para verificar a viabilidade da compostagem dos resíduos orgânicos gerados na instituição, o resíduo orgânico recolhido em um período de 61 dias foi pesado e encaminhado para compostagem.

Devido às restrições de mão de obra, o método de compostagem escolhido foi o de barril rotativo adaptado conforme Brum (2011), onde foi utilizada uma bombona plástica de duzentos litros (Figura 4). A bombona com tampa de rosca foi fixada em uma estrutura de madeira através de um cano atravessando-a horizontalmente, possibilitando o revolvimento dos resíduos através da rotação da mesma sobre esse eixo (Figura 4a). No interior da bombona, um cano perfurado foi fixado verticalmente, com o objetivo de permitir a entrada

de ar, visando garantir o fornecimento do ar para o processo de decomposição aeróbica (Figura 4b). Na base foi fixada uma torneira para retirada de chorume, caso necessário (4c).

Fotos: Cristiane de Castro Caimes

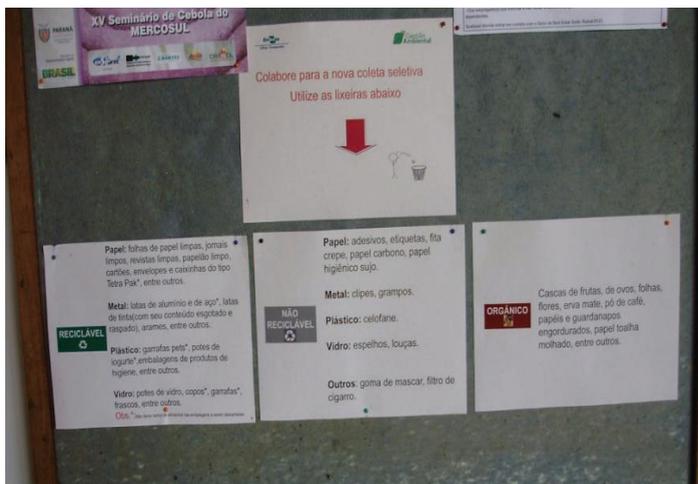


Figura 3. Cartazes informativos sobre os tipos de resíduos a serem descartados nos coletores.



Figura 4. Composteira utilizada para o processo de compostagem de resíduos sólidos, sendo 4a vista geral da composteira pronta, 4b vista interna da composteira com cano perfurado e eixo para rotação, e 4c base da composteira com torneira adaptada para retirada do chorume.

A temperatura do material no interior da composteira foi monitorada duas vezes por semana, a partir da quinta adição de resíduos, antes da colocação de resíduos adicionais à bombona, com o auxílio de um termômetro de mercúrio (°C) para verificar o processo de compostagem.

Para promover a mistura dos resíduos e a aeração, logo após a adição dos resíduos recolhidos, a bombona era fechada e rotacionada, com uma frequência de duas vezes por semana. Os resíduos foram adicionados até o preenchimento de cerca da metade da capacidade total da composteira, a fim de permitir a continuidade da rotação da mesma sobre o seu próprio eixo sem maior esforço. O processo de compostagem e a verificação da temperatura foram continuados até a impossibilidade de identificação dos resíduos presentes nessa.

Ao final do processo foi feita a pesagem do composto obtido em balança digital (marca Urano, com capacidade para 25 kg, e precisão de 5g). Uma amostra do composto foi enviada para análise em laboratório, quantificando nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, ferro, manganês, zinco, cobre, boro e o pH do composto gerado conforme Tedesco et al. (1995). A proporção de carbono e nitrogênio foi determinada por combustão direta. O restante do composto foi acondicionado em sacos de papel e encaminhado para secagem em estufa a 65 °C, onde permaneceu por duas semanas, para a determinação da umidade.

Resultados e Discussão

Diagnóstico do processo de coleta de resíduos

As entrevistas demonstraram que a coleta de lixo no prédio estudado é realizada duas vezes por semana. De acordo com o responsável pela coleta de lixo, o número de lixeiras existentes é

suficiente para armazenar os resíduos, uma vez que são realizadas regularmente. Os resíduos citados como comumente encontrados nesse prédio são papel, papelão, plástico, garrafas PET, cascas de frutas, erva-mate e latas de refrigerante. Os resíduos recicláveis ficam armazenados na unidade por cerca de uma a duas semanas, sendo então encaminhados para uma cooperativa de recicladores. O resíduo orgânico é coletado pela prefeitura municipal semanalmente, destinado a aterro sanitário.

Através do acompanhamento das coletas, foi possível identificar que os resíduos gerados são em sua maioria orgânicos (Tabela 1), sendo esse percentual de 61,7, similar à média brasileira de 65% (ORNELAS, 2011).

Tabela 1. Composição gravimétrica dos resíduos de classe II gerados no prédio estudado.

| Data | Composição Gravimétrica | | | | Produção/ dia (kg) |
|---------------|-------------------------|-------|-----------|-------|-----------------------|
| | Reciclável | | Orgânico | | |
| | Peso (kg) | CG(%) | Peso (kg) | CG(%) | |
| 24/10/2011 | 1,0 | 45,4 | 1,2 | 54,6 | 2,2 |
| 27/10/2011 | 1,2 | 34,3 | 2,3 | 65,7 | 3,5 |
| 31/10/2011 | 0,9 | 33,3 | 1,8 | 66,7 | 2,7 |
| 03/11/2011 | 1,0 | 45,4 | 1,2 | 54,6 | 2,2 |
| 07/11/2011 | 1,4 | 58,3 | 1,0 | 41,7 | 2,4 |
| 10/11/2011 | 1,0 | 30,3 | 2,3 | 69,7 | 3,3 |
| 14/11/2011 | 0,9 | 32,1 | 1,9 | 67,9 | 2,8 |
| 17/11/2011 | 1,2 | 37,5 | 2,0 | 62,5 | 3,2 |
| 21/11/2011 | 0,7 | 41,2 | 1,0 | 58,8 | 1,7 |
| 27/11/2011 | 1,6 | 36,4 | 2,8 | 63,6 | 4,4 |
| Total/período | 10,8 | 38,3 | 17,4 | 61,7 | 28,2 |

Apesar da existência de coletores identificados em várias áreas de uso comum na unidade, durante o acompanhamento das coletas, foi detectada a instalação de alguns coletores, porém sem identificação na área comum do prédio em estudo, bem como nas salas a presença de mais de uma lixeira, também sem identificação. Como resultado, foram encontrados, em algumas lixeiras, resíduos de diferentes classes.

Avaliação após instalação de coletores identificados

Uma vez que os resíduos classe II da unidade são destinados ou para a prefeitura ou para cooperativa de reciclagem quando possível, foi proposta a utilização de coletores para três categorias de resíduos nas áreas comuns dos prédios. Foram então dispostos coletores para a categoria de resíduos orgânicos, que servem para deposição de materiais que pode ser destinados para a compostagem, os destinados aos resíduos recicláveis, que podem ser aproveitados pela cooperativa, e os de resíduos não recicláveis, aquele composto por material que não deverá ser destinado à compostagem nem para a reciclagem, caracterizando-se como rejeito, como é o caso de isopor, baganas de cigarro, entre outros. Tal divisão foi citada por Brito e D'Oliveira (2010) em projeto no Estado de Santa Catarina, para recolhimento de resíduos urbanos.

O acompanhamento e pesagem dos resíduos após a instalação dos novos coletores apresentou composição gravimétrica similar ao observado anteriormente (Tabela 2), com quantidade da fração orgânica pouco inferior à média nacional. Dessa quantidade foram retirados os resíduos não recicláveis ou rejeitos, o que explica essa diferença. Os rejeitos apresentaram composição gravimétrica inferior àqueles descritos por outros autores para rejeitos de resíduos urbanos (ABREU, 2013; MOURA et al., 2012; ALCANTARA, 2010; MATTEI; ESCOSTEGUY, 2007). Essa menor quantidade pode ser devida à

não contabilização de itens como resíduos dos sanitários, contendo grande quantidade de itens como papel higiênico, papel toalha entre outros, que não foram avaliados no presente estudo. De acordo com Oliveira e Pasqual (1998), esse item é muito variável, dependendo do que será considerado como rejeito.

Tabela 2. Composição gravimétrica dos resíduos de classe II gerados no prédio estudado.

| Data | Composição Gravimétrica | | | | | | Produção/ dia (kg) |
|---------------|-------------------------|-------|--------------|-------|----------------|-------|-----------------------|
| | Reciclável | | Orgânico | | Não Reciclável | | |
| | Peso (kg) | CG(%) | Peso (kg) | CG(%) | Peso (kg) | CG(%) | |
| 02/01/2012 | 1,5 | 34,2 | 2,3 | 52,5 | 0,58 | 13,2 | 4,38 |
| 05/01/2012 | 1,3 | 39,4 | 1,7 | 51,5 | 0,3 | 9,1 | 3,3 |
| 09/01/2012 | 2,4 | 47,1 | 2,1 | 41,2 | 0,6 | 11,8 | 5,1 |
| 12/01/2012 | 1,0 | 40,0 | 1,5 | 60,0 | 0,0 | 0,0 | 2,5 |
| 16/01/2012 | 1,1 | 44,0 | 1,4 | 56,0 | 0,0 | 0,0 | 2,5 |
| 19/01/2012 | 1,1 | 33,3 | 2,2 | 66,7 | 0,0 | 0,0 | 3,3 |
| 23/01/2012 | 1,2 | 60,0 | 0,8 | 40,0 | 0,0 | 0,0 | 2,0 |
| 26/01/2012 | 1,1 | 32,4 | 2,3 | 67,6 | 0,0 | 0,0 | 3,4 |
| 30/01/2012 | 0,7 | 25,0 | 2,1 | 75,0 | 0,0 | 0,0 | 2,8 |
| 06/02/2012 | 1,4 | 26,4 | 3,9 | 73,6 | 0,0 | 0,0 | 5,3 |
| Total/Período | 12,8 | 37,0 | 20,3 | 58,7 | 1,48 | 4,3 | 34,58 |

Foi possível notar que nas duas primeiras semanas, as três lixeiras foram usadas corretamente, porém, a partir da segunda semana, foram encontrados resíduos de diferentes classes misturados. Esse desestímulo pode ter ocorrido, pois após a introdução dos novos coletores não houve outras mudanças visíveis no processo de coleta e deposição dos resíduos. Segundo Alcântara (2010), a educação ambiental deve estar presente e em consonância com as políticas públicas de redução e destinação do lixo, sendo necessárias ações

integradas que contemplem desde trabalhos de educação ambiental junto à população até a destinação adequada desses resíduos. Furiam e Günther (2006) citam a necessidade de informação sobre a destinação e tratamento dos resíduos para ocorrer continuidade do estímulo à correta separação, tendo verificado na universidade estudada o sentimento de que o trabalho com o lixo só levou a modificações quando da sua implantação. A inexistência de programas eficazes de coleta seletiva pode desestimular a prática de separação na fonte, já que o entendimento da população é de que todo o resíduo separado será destinado da mesma forma em aterros ou lixões (ORNELAS, 2011). Em 20% das verificações, a quantidade de material orgânico foi inferior à quantidade de material reciclável observado. Essas observações ocorreram em duas segundas feiras, sendo ainda necessário considerar que as amostragens foram realizadas no verão, havendo uma parcela de empregados e colaboradores em férias, possivelmente havendo menor número de pessoas nesse período circulando pelo prédio. A parcela orgânica era composta principalmente por erva-mate, casca de frutas, cascas de ovos, borra de café, pães, papel toalha, restos de comida, folhas de plantas, saquinhos de chá, entre outros. Quanto aos resíduos recicláveis, foram encontrados papéis limpos, sacos plásticos, sacolas plásticas, latas de refrigerante, garrafas PET, caixas de sucos, entre outros.

Considerando os valores encontrados nesse mês e a forma de coleta e destinação de resíduos atualmente praticada, a quantidade total de resíduo a ser encaminhado para o aterro sanitário incluiria a parcela orgânica e não reciclável, totalizando 21,78 kg. Considerando o encaminhamento da parcela orgânica para a compostagem, seria possível uma redução de 20,3 kg, correspondendo à fração orgânica, e encaminhamento de apenas 1,48 kg para o aterro em um mês. Essa redução contribui para o aumento de vida útil dos aterros, bem como melhorias sanitárias na região, além de redução de custos com a coleta por parte da prefeitura (ABREU, 2013).

Caracterização do uso das lixeiras no prédio

Foram entrevistadas 52 pessoas, sendo que desses, 24 possuem sala no prédio. Entre os que possuem sala no prédio, 83,3% utilizam as lixeiras do saguão. Dentre o total de empregados com sala no prédio, 62,5%, após segregar os resíduos na própria sala, depositam os mesmos nos coletores instalados no saguão. A segregação, quando feita na sala, normalmente é realizada em lixeiras improvisadas, uma vez que a maioria das salas apresenta apenas uma lixeira. Quando questionados sobre a quantidade de lixeiras, apenas um usuário considerou insuficiente. Já quanto ao estado de conservação das mesmas, 75% avaliaram como bom.

Apesar do grande e variado fluxo de pessoas no prédio, dos 28 entrevistados que não possuem sala no prédio, apenas 53,6% utilizam as lixeiras localizadas no saguão.

Com relação ao conhecimento quanto à destinação dos resíduos, dos 52 entrevistados, apenas 40,4% tinham conhecimento do que é feito com esses após coleta.

Quando questionados sobre sugestões para melhoria na gestão dos resíduos, os entrevistados informaram a necessidade de haver lixeiras identificadas para descarte de diferentes resíduos nas salas, divulgar o que acontece com o lixo pós-coleta e campanhas de orientações sobre o tipo de resíduo a ser descartado em cada lixeira, entre outras.

Um cuidado a ser tomado é referente ao encaminhamento das ações planejadas ao longo do tempo, sendo que Gonçalves et al. (2010) citam a experiência da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), na qual houve um grande envolvimento dos alunos nos primeiros meses de implementação, porém após esse tempo ocorreu o afastamento gradual dos estudantes que o iniciaram, associado à falta de envolvimento da alta administração, levando à

desestruturação do projeto.

O processo de compostagem e avaliação da sua viabilidade

Para a realização da compostagem (Figura 5), a coleta de resíduos orgânicos foi realizada por 61 dias, obtendo 64,6 Kg de resíduos orgânicos (Tabela 3).

O acompanhamento da temperatura revelou que o composto não apresentou elevações de temperatura como aquelas citadas na literatura (ABREU, 2013; DALLES; TEIXEIRA, 2010; LAMANNA, 2008; OLIVEIRA et al., 2005; OLIVEIRA et al., 2004) (Fig. 6).

A temperatura máxima verificada no composto foi de 34 °C, e a mínima atingiu 13 °C, alcançando uma temperatura média de 21 °C.

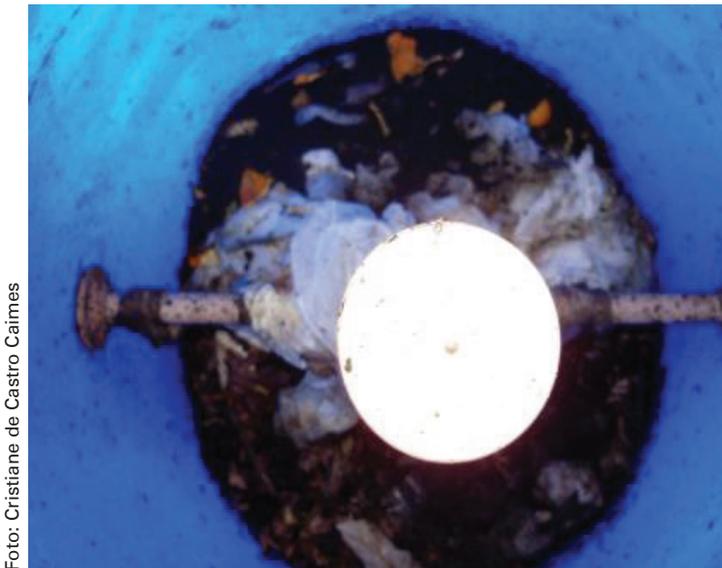


Figura 5. Resíduos acondicionados na composteira.

De acordo com Brito (2008), a temperatura é um dos fatores que influencia a compostagem, sendo que no início os microrganismos que atuam são os mesófilos, fazendo com que o composto atinja temperaturas entre 24 e 45 °C. As reações de oxidação daí decorrentes levam a um aumento da temperatura até a faixa na qual os organismos termófilos começam a agir, sendo que a temperatura pode atingir até 65 °C, esterilizando ou matando sementes infestantes, esporos, ovos e quase todos os microrganismos patogênicos presentes na massa. No presente trabalho o aumento da temperatura não chegou a tais níveis, sendo portanto necessário aperfeiçoá-lo a fim de garantir um composto de melhor qualidade. A variação da temperatura acompanhou a variação da temperatura ambiente, fator que pode ter sido motivado pelo baixo volume de resíduos, baixa aeração (BRITO, 2008; OLIVEIRA et al., 2005; INCKEL et al., 2005), pouca ou muita umidade, baixa quantidade de carbono nos resíduos (OLIVEIRA et al., 2005) e pequeno tamanho das partículas, o que resulta em dificuldade de aeração (BRITO, 2008). Para diminuir a umidade e aumentar teores de carbono, foi acrescentado no dia 11/6/2012 quinhentas e vinte gramas de folhas secas, conforme indicado por Oliveira et al. (2005).

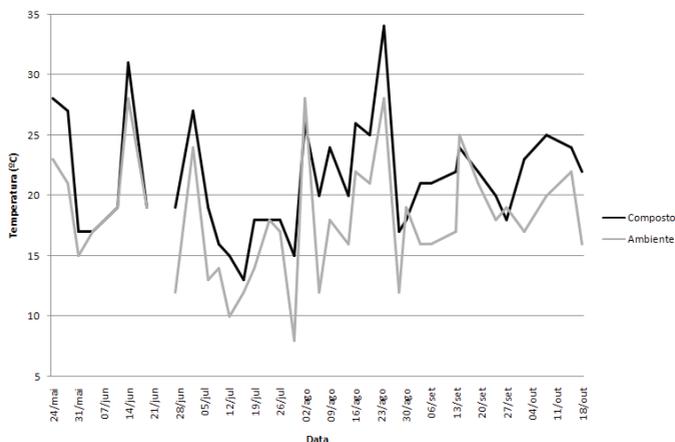


Figura 6. Acompanhamento da temperatura interna e externa à bombona de compostagem.

Tabela 3. Descrição de componentes do resíduo orgânico coletado para a compostagem.

| Data | Composição do resíduo orgânico | Peso (Kg) |
|------------|---|-----------|
| 07/05/2012 | Casca de frutas, erva-mate, papel toalha, borra de café. | 1,0 |
| 11/05/2012 | Borra de café, erva-mate, papel toalha, pão, comida (arroz). | 3,2 |
| 14/05/2012 | Erva-mate, sabugo de milho, papel toalha. | 1,4 |
| 17/05/2012 | Erva-mate, papel toalha, sabugo de milho, arroz, borra de café, casca de ovo. | 1,2 |
| 21/05/2012 | Borra de café, papel toalha, erva-mate, cascas de frutas. | 5,5 |
| 24/05/2012 | Papel toalha, borra de café, erva-mate, folhas, papel, cascas de frutas. | 4,4 |
| 28/05/2012 | Borra de café, papel toalha, erva-mate, cascas de frutas. | 1,7 |
| 31/05/2012 | Erva-mate, cascas de frutas. | 7,0 |
| 04/06/2012 | Borra de café, papel toalha, pão, cascas de frutas, bagaço de maçã, ossos de galinha, erva de chá | 4,0 |
| 11/06/2012 | Papel toalha, borra de café, erva-mate, cascas de frutas. | 5,4 |
| 14/06/2012 | Obs: foram adicionadas 520g de folhas secas. | 4,9 |
| 19/06/2012 | Papel toalha, erva-mate, cascas de frutas, papel. | 4,6 |
| 21/06/2012 | Borra de café, erva mate, papel toalha. | 3,3 |
| 27/06/2012 | Borra de café, erva-mate, papel toalha, cascas. | 6,4 |
| 02/07/2012 | Papel toalha, borra de café, cascas de frutas, folhas. | 7,0 |
| 06/07/2012 | Borra de café, pão, papel toalha, casca de frutas, bolachas, erva-mate. | 3,6 |
| Total (kg) | Borra de café, papel toalha, saquinho de chá, erva-mate, cascas e frutas. | 64,6 |

Porém, a relação inadequada de C:N, com maiores teores de N, resulta em maus odores (INCKEL et al., 2005), da mesma forma que a fermentação anaeróbia resulta em maus odores e presença de moscas (OLIVEIRA et al., 2004), o que não foi verificado no presente trabalho.

Brito (2008) cita ainda que a temperatura pode atingir até 70 °C antes de 15 dias, sendo que no presente estudo o acompanhamento da temperatura teve início apenas 20 dias após a primeira leva de material ter sido encaminhada à composteira, que nesse momento já estava com 12,3 kg de resíduos (conforme Tabela 3).

No presente trabalho, entretanto, além do pequeno volume de resíduos e tempo para iniciar o acompanhamento da temperatura, ocorreram também temperaturas ambiente bastante baixas, que aliadas ao pequeno volume da bombona podem ter influenciado o aquecimento da massa. Inckel et al. (2005) recomendam a proteção do material em compostagem contra influências climáticas, sendo que locais menos expostos melhorarão o processo de compostagem, evitando grandes variações de temperatura. Para Sá (2009), em sistemas de pequena escala, as perdas ocorridas por transferência de calor através das paredes do sistema podem ser significativas. Apesar de não ter atingido a fase termófila, todos os materiais estavam irreconhecíveis, e o pH era básico, fato considerado por Salvaro et al. (2007) como indicativo do fim da fase de maturação.

O composto foi retirado da bombona após cinco meses, quando não apresentava redução de seu volume e apresentava aparência adequada (OLIVEIRA et al., 2005), obtendo-se 40,8 Kg de material fresco (63,16% do volume inicial), evidenciando uma redução de 23,8 Kg (36,84%) do peso inicial encaminhado para compostagem (Figura 7).

De acordo com a Instrução Normativa nº 25, de 23 de julho de 2009 do Ministério da Agricultura, o composto orgânico produzido conforme

apresentado no presente trabalho enquadra-se como composto Classe "C", ou seja, fertilizante orgânico que, em sua produção, utiliza qualquer quantidade de matéria-prima oriunda de lixo domiciliar, resultando em produto de utilização segura na agricultura. Para a comercialização desse composto, a referida instrução normativa especifica parâmetros a serem atendidos, sendo N total (mínimo) de 0,5%, pH (mínimo) 6,5 e relação C:N (máxima) 20:1.

Considerando a legislação apresentada, o composto obtido atende às exigências nutricionais (Tabela 5). A umidade encontra-se acima do especificado na instrução normativa, que é o máximo de 50% de umidade, sendo a umidade verificada de 78,43%. Para os demais nutrientes, Mg, Zn, Cu e B não atingem os valores mínimos especificados na norma. Essa mesma situação foi verificada por Denardin et al. (2010), sendo que os autores relatam a permissão na Instrução Normativa nº 25, de 23 de julho de 2009, de uso de agentes quelantes complexantes orgânicos em fertilizantes orgânicos, com a finalidade de enquadrar o composto nas normas para a sua comercialização. Os níveis de contaminantes a serem atendidos, conforme o Anexo VI da Instrução Normativa nº 46, de 6 de outubro de 2011, não foram analisados os coliformes termotolerantes, ovos de helmintos e *Salmonella* sp. Micronutrientes em pequenas quantidades em composto orgânico também foram relatadas por Dalles e Teixeira (2010).

Foi verificada uma grande variação na quantidade (kg) de resíduos gerados diariamente na unidade, de acordo com a época do ano, apesar da composição gravimétrica ter permanecido similar nos dois períodos avaliados (Tabelas 1 e 2). Essa variação pode ter ocorrido devido à possível variação no fluxo de pessoas entre os diferentes períodos. De acordo com Ornelas (2011), para uma correta projeção da geração de resíduos é necessário conhecer a dinâmica populacional da área estudada, através de modelos que levem em consideração o crescimento populacional e os fluxos de população flutuante.



Fotos: Cristiane de Castro Caiques

Figura 7. Aparência do composto depois de retirado da bombona.**Tabela 4.** Macro e micronutrientes presentes no composto orgânico gerado a partir do resíduo sólido orgânico da Embrapa Clima Temperado.

| Parâmetros analisados | Resultados | Limite mínimo* | Limite máximo* |
|-----------------------|------------|----------------|----------------|
| N (%) | 2,74 | 0,5 | - |
| P (%) | 0,26 | - | - |
| K (%) | 1,64 | - | - |
| Ca (%) | 1,39 | 1,0 | - |
| Mg (%) | 0,67 | 1,0 | - |
| Fe (%) | 0,1168 | 0,2 | - |
| Mn (%) | 0,1712 | 0,05 | - |
| Zn (%) | 0,0128 | 0,1 | - |
| Cu (%) | 0,0032 | 0,05 | - |
| B (%) | 0,0053 | 0,03 | - |
| pH | 9 | 6,5 | - |
| Relação C/N | 15,3 | - | 20,0 |

*Conforme Instrução Normativa nº 25, de 23 de julho de 2009 do Ministério da Agricultura

Além dessa flutuação, o nível educacional, hábitos e costumes da população; condições climáticas e sazonais; as mudanças na política econômica também são causas que influenciam na composição dos resíduos sólidos de uma comunidade (OLIVEIRA; PASQUAL, 1998). A amostragem no presente estudo procurou um local de afluxo de todos os usuários da unidade, de forma a contemplar as diferenças entre os mesmos, sendo a variação registrada possivelmente devida à variação sazonal com modificações no consumo e flutuação na população, as quais devem ser estudadas mais especificamente a fim de se conhecer os fatores intervenientes nos diferentes períodos, verificando a quantidade mais adequada para a inserção dessa prática de tratamento na instituição de pesquisa.

Ao considerarmos a média observada de geração de resíduos sólidos orgânicos, a compostagem na sede da Embrapa Clima Temperado evitaria o envio de 21,22 Kg de resíduos sólidos orgânicos a aterros, o que significam 7.745,3 kg em um ano. O modelo de composteira proposto tem como vantagem a facilidade de manuseio, fazendo com que a aeração seja simplificada, através da rotação da bombona, por uma pessoa, no momento de deposição do resíduo na mesma. Dessa forma, essa redução na geração de resíduos implicaria apenas no custo de construção das composteiras. Schmidt et al. (2011) utilizou bombonas plásticas com capacidade volumétrica de 200 litros, similar à utilizada no presente trabalho, porém, sem a possibilidade de rotação, e com passagem de ar forçada, concluindo ser esse um método de baixo custo para a realização da compostagem em pequena escala, sendo indicado principalmente para pequenas propriedades, escolas, residências ou condomínios. Para o correto funcionamento da unidade de compostagem, seria necessário ainda investir em adequação dos coletores e da estrutura de armazenamento de resíduos recicláveis, evidenciando o envolvimento da alta administração, além de campanhas de educação ambiental, que são pontos fundamentais para o envolvimento de toda a comunidade (JUNKES, 2002; FURIAM; GÜNTHER, 2006; LAMANNA,

2008; DALLES; TEIXEIRA, 2010; GONÇALVES et al., 2010; ABREU, 2013).

Conclusão

A comunidade geradora de resíduos desconhece o processo de gestão dos resíduos sólidos na Unidade. Faz-se necessária a modificação na infraestrutura disponível para estimular a mudança de comportamento dos usuários, para correta destinação dos resíduos, aliada à disponibilização de informações, através de informativos mensais para a comunidade sobre a coleta, destinação final e tratamento realizado com o lixo gerado, como forma de educação ambiental para correta deposição dos resíduos sólidos e uma mudança de comportamento em ações mais sustentáveis. Para facilitar a gestão dos resíduos, são necessários mais estudos para o entendimento da variação na produção de resíduos sólidos orgânicos. O composto gerado através da composteira proposta proporciona um composto adequado, com baixo custo, não necessitando aumento na mão de obra destinada à coleta do lixo, podendo esse processo ser facilmente implantado na unidade, caso haja a adequação dos coletores e envolvimento da comunidade local.

Referências

ABREU, M. J. **Gestão comunitária de resíduos orgânicos: o caso do Projeto Revolução dos Baldinhos (PRB), Capital Social e Agricultura Urbana.** 2013. 184 f. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas) - Universidade Federal de Santa Catarina.

ALCANTARA, A. J. O. **Composição gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos e caracterização química do solo da área de disposição final do município de Cáceres-MT.** 2010. 89 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) - Universidade do Estado de Mato Grosso.

ARANTES, F. **Os resíduos sólidos domiciliares no município de Guarulhos: Análise das variáveis eficiência e sustentabilidade na gestão de aterro sanitário.** 2009. 140 f. Dissertação. (Mestrado em Geografia Física) - Universidade de São Paulo.

BENDASSOLLI, J. A.; MORTATTI, J.; TRIVELIN, P. C. O.; IGNOTO, R. F.; BONASSI, J. A.; TAVARES, G. A. Reciclagem de cobre proveniente de analisador elementar de carbono e nitrogênio. **Química Nova**, v. 25, n. 2, p. 312-315, 2002.

BERTAZZOLI, R.; PELEGRINI, R. Descoloração e degradação de poluentes orgânicos em soluções aquosas através do processo fotoeletroquímico. **Química Nova**, v. 25, n. 3, p. 477-482, 2002.

BETTARELLO, B. **Aquecimento de água utilizando compostagem como fonte bio-térmica**. 2007. 33 f. Trabalho de Conclusão de Curso de Agronomia - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

BRASIL. Fundação Nacional de Saúde. **Compostagem familiar**. Brasília, DF: Funasa, 2008. 16 p.

BRASIL. Fundação Nacional de Saúde. **Orientações técnicas para apresentação de projetos de resíduos sólidos urbanos**. Brasília, DF: Funasa, 2006. 46 p.

BRASIL, E. G. Produção de composto orgânico a partir do lixo urbano. In: RECICLAGEM DO LIXO URBANO PARA FINS INDUSTRIAIS E AGRÍCOLAS, 1998, Belém, PA. **Anais...** Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental: Sectam, Prefeitura Municipal de Belém, 2000. 215 p. il. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 30). p. 57-64.

BRITO, M. J. C. **Processo de compostagem de resíduos urbanos em pequena escala e potencial de utilização do composto como substrato**. 2008. 124 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Processos) - Universidade Tiradentes.

BRITO, L. R.; D'OLIVEIRA, P. S. Uso de Resíduos Sólidos Urbanos na Produção de Flores e Plantas Ornamentais. **Revista em Agronegócios e Meio Ambiente**, v. 3, n. 2, p. 67-77, maio/ago. 2010.

BRUM, P. **Como fazer uma composteira - 2011**. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=hjlmRSJ1AT4>>. Acesso em: 14 jun. 2012.

BÜTTENBENDER, S. E. **Avaliação da Compostagem da Fração Orgânica dos Resíduos Sólidos Urbanos Provenientes da Coleta Seletiva Realizada no Município de Angelina – SC**. 2004. 123 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Universidade Federal de Santa Catarina.

CASTILHO JUNIOR, A. B. **Resíduos sólidos urbanos: aterro sustentável para municípios de pequeno porte**. Rio de Janeiro: ABES: RiMa, 2003. 294 p.

DALLES, R. N.; TEIXEIRA, I. R. V. Processamento de adubo orgânico, a partir de resíduos domésticos, em uma comunidade rural: uma proposta ecológica e viável. **REMPEC - Ensino, Saúde e Ambiente**, v. 3, n. 3, p. 137-150, dez. 2010.

DENARDIN, G. P.; WOLFF, D. B.; VASCONCELLOS, N. J. S. Composto orgânico gerado na central de tratamento de resíduos da Caturrita – CTRC, Santa Maria – RS. **Disciplinarum Scientia**, Série: Ciências Naturais e Tecnológicas, Santa Maria, v. 11, n. 1, p. 1-16, 2010.

FERREIRA, C. J. **Avaliação do programa de compostagem doméstica no concelho de Oeiras e contribuição para um projecto de central de compostagem de resíduos verdes**. 2005. 345 f. Trabalho de conclusão de curso. Curso de Ciências do Ambiente. Universidade de Évora.

FIGUERÊDO, D. V. **Manual para gestão de resíduos químicos perigosos de instituições de ensino e de pesquisa**. Belo Horizonte: Conselho Regional de Química de Minas Gerais, 2006. 346 p.

FIORI, M. G. S.; SCHOENHALS, M.; FOLLADOR, F. A. C. Análise da evolução tempo-eficiência de duas composições de resíduos agroindustriais no processo de compostagem aeróbia. **Engenharia Ambiental**, Espírito Santo do Pinhal, v. 5, n. 3, p. 178-191, set./dez. 2008.

FURIAM, S. M.; GÜNTHER, W. R. (2006). Avaliação da educação ambiental no gerenciamento dos resíduos sólidos no campus da Universidade Estadual de Feira de Santana. **Sitientibus**, Feira de Santana, n. 35, p. 7–27, jul./dez. 2006.

GONÇALVES, M. S.; KUMMER, L; SEJAS, M. I.; RAUEN, T. G.; BRAVO, C. E. C. Gerenciamento de resíduos sólidos na Universidade Tecnológica Federal do Paraná Campus Francisco Beltrão. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais**, n. 15, p. 79-84, mar. 2010.

GOUVEIA, N. Resíduos sólidos urbanos: impactos socioambientais e perspectiva de manejo sustentável com inclusão social. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 17, n. 6, p. 1503-1510, 2012.

HERMES, C. A. **Compostagem como fonte térmica para aquecimento de água na aqüicultura**. 2005. 46 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel.

INCKEL, M.; SMET, P.; TERSMETTE, T.; VELDKAMP, T. **Preparação e utilização de composto**. Wageningen: Marg Leijdens, 2005. 74 p. (Série Agrodok No. 8).

JUNKES, M. B. **Procedimentos para aproveitamento de resíduos sólidos urbanos em municípios de pequeno porte**. 2002. 116 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Santa Catarina.

LAMANNA, S. R. **Compostagem caseira como instrumento de educação ambiental e de minimização de resíduos sólidos urbanos: Campos do Jordão, São Paulo**. 2008. 127 f. Dissertação (Ciência Ambiental.) – Universidade de São Paulo.

MATTEI, G.; ESCOSTEGUY, P. A. V. Composição gravimétrica de resíduos sólidos aterrados. **Engenharia sanitária e ambiental**, Rio de Janeiro, v. 12, n. 3, p 247-251, jul./set. 2007.

MOURA, A. A.; LIMA, W. S.; ARCHANJO, C. R. Análise da composição gravimétrica de resíduos sólidos urbanos: estudo de caso - município

de Itaúna - MG. **SynThesis Revista Digital FAPAM**, Pará de Minas, n. 3, p. 4 - 16, abr. 2012.

NASCIMENTO NETO, P.; MOREIRA, T. A. Consórcio intermunicipal como instrumento de gestão de resíduos sólidos urbanos em regiões metropolitanas: reflexões teórico-conceituais. **Revista Brasileira Gestão e Desenvolvimento Regional**, v. 8, n. 3, p. 239-282, set./dez. 2012.

OLIVEIRA, A. M. G.; AQUINO, A. M.; CASTRO NETO, M. T. **Compostagem caseira de lixo orgânico doméstico**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2005. (Embrapa Mandioca e Fruticultura. Circular Técnica, 76.)

OLIVEIRA, F. N. S.; LIMA, H. J. M.; CAJAZEIRA, J. P. **Uso da compostagem em sistemas agrícolas orgânicos**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2004. 17 p. (Embrapa Agroindústria Tropical. Documentos, 89).

OLIVEIRA, S.; PASQUAL, A. Gestão dos resíduos sólidos urbanos na microrregião serra de Botucatu: caracterização física dos resíduos sólidos domésticos de Botucatu/SP. **Energia na Agricultura**, v. 13, n. 2, p. 51-61, 1998.

ORNELAS, A. R. **Aplicação de métodos de análise espacial na gestão dos resíduos sólidos urbanos**. 2011. 101 f. Dissertação (Análise e Modelagem de Sistemas Ambientais) - Universidade Federal de Minas Gerais.

SÁ, E. V. M. **Validação de um modelo de compostagem usando um compostor doméstico**. 2009. 124 f. Dissertação (Engenharia do Ambiente) - Universidade de Aveiro.

SALVARO, E.; BALDIN, S.; COSTA, M. M.; LORENZI, E. S.; VIANA, E.;

PEREIRA, E. B. Avaliação de cinco tipos de minicomposteiras para domicílios do bairro Pinheirinho da cidade de Criciúma/SC. **Com Scientia**, Curitiba, v. 3, n. 3, p. 12 – 21, jan./jun. 2007.

SCHMIDT, C. A. P.; HINTERHOLZ, B.; GOMES, M. L. P. Proposta de construção de mini reator de baixo custo para processo de compostagem em pequena escala. **Educação ambiental em ação**, Ano X, n. 36, jun./ago. 2011. Disponível em: <<http://www.revistaea.org/artigo.php?idartigo=1045&class=21>> Acesso em: mar. 2012.

TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C. A.; BOHNEN, H.; VOLKWEISS, S. J. 2. ed. rev. ampl. **Análise de solo, plantas e outros materiais**. Porto Alegre: UFRGS, 1995. 174 p. (UFRGS. Boletim Técnico, 5).

Anexos

Anexo 1

Perguntas feitas ao responsável por coletar os resíduos gerados no prédio dos Técnicos Agrícolas e Bem Estar.

- 1) De quanto em quanto tempo é coletado o lixo no prédio em questão (Prédio dos técnicos agrícolas e do bem estar)?
- 2) O numero de lixeiras existentes neste prédio é o suficiente para armazenar o resíduo para o período de coleta?
- 3) Quais são os resíduos mais gerados neste prédio?
- 4) Você tem ideia de quanto de resíduo reciclável, não reciclável e orgânico você coleta nesse prédio durante a semana? Teria como pesar estes resíduos?
- 5) O lixo coletado no prédio fica armazenado na unidade por quanto tempo?
- 6) Existe local para armazenamento temporário do resíduo reciclável?

Anexo 2

Diagnóstico Inicial

| | | | |
|---|---|--|--|
| Unidade/ Prédio | | | |
| Possui sala no prédio? | Sim () | | Não () |
| | Local "sala" | Qual a frequência que passa por este prédio? | () 1x/semana () 2x/semana () 3x/semana () Diariamente |
| | 1)Funcionário(a) | 1 () | Se |
| | 2)Estagiário(a) | 2 () | diariamente, |
| | 3)Terceirizado | 3 () | quantas |
| | 4)Outros | 4 () | vezes ao dia? |
| | Utiliza as lixeiras localizadas no saguão do prédio? | Sim () Não () | Utiliza as lixeiras localizadas no prédio? Incluindo banheiro |
| Você vê a necessidade de alguma lixeira para descarte de algum resíduo especifico? | Qual: _____ | | |
| Data da Visitação | | | |

1 - Identificação das Lixeiras das salas:

| | |
|--|--|
| Número de Lixeiras | |
| Esta quantidade é a adequada | () Sim () Não ____ |
| Se não for, especificar a quantidade necessária ao lado | |
| Estado de Conservação das lixeiras | () Bom () Razoável () Ruim |
| Você separa seu lixo? | () Sim () Não () As vezes |
| Se sim, a separação é feita na própria sala ou você leva pra alguma lixeira externa? | Local: _____ |
| Qual o resíduo gerado em maior quantidade em sua sala? | () Reciclável () Não reciclável () Orgânico |
| Você concorda com a Implantação de uma Coleta Seletiva no prédio? | () Sim () Não |

2 - Gerações de Resíduos Perigosos na sala

| | |
|--|-----------------------------------|
| Você gera algum resíduo químico?Qual? | () Sim () Não Resíduos:_____ |
| Você gera algum resíduo hospitalar?Qual? | () Sim () Não Resíduos:_____ |
| Ex: algodão usado, tecidos, seringa, culturas de microbiologia, etc. | |

3- Destino dado ao resíduo:

| | |
|--|-----------------|
| Você sabe o que é feito com o lixo coletado no prédio? | () Sim () Não |
| Se sim, Quais pontos você considera negativos | |
| Quais pontos você considera positivos | |

4 - Como melhorar a coleta de lixo nesse prédio? TODOS



Clima Temperado

Ministério da
**Agricultura, Pecuária
e Abastecimento**



CGPE 12081