

**COMPOSTAGEM: UMA SOLUÇÃO SUSTENTÁVEL PARA  
RESÍDUOS URBANOS ORGÂNICOS**

Jacques Specht<sup>a</sup>, Natália Canalli<sup>a</sup>, Luciane Calabria<sup>a\*</sup>

a) Centro Universitário da Serra Gaúcha - FSG

Informações de Submissão	Resumo
<p>* Autor correspondente (Orientador) Luciane Calabria, endereço: Rua Os Dezoito do Forte, 2366 - Caxias do Sul - RS - CEP: 95020-472.</p>	<p>Com o passar dos anos a população vem aumentando cada vez mais, em consequência disso os resíduos gerados por estas, incluindo os resíduos orgânicos, também aumentam. Com isso, apesar dos esforços do governo e de parte da sociedade em sentido contrário, a poluição ambiental infelizmente se agrava. Diante deste contexto o presente artigo irá apresentar diversos aspectos relacionados à compostagem. Serão apresentados às etapas e conceitos relacionados a este processo, bem como as vantagens e desvantagens da utilização dele como forma de tratamento de resíduos orgânicos. A implementação de uma composteira no Centro Universitário da Serra Gaúcha FSG, com vista a apresentar alternativas para o aproveitamento desse material na fonte geradora.</p>
<p><b>Palavras-chave:</b> Compostagem. Resíduos Urbanos Orgânicos. Tratamento. Reutilização. Destinação.</p>	

## 1 INTRODUÇÃO

Com o desenvolvimento das cidades observa-se a problemática da geração de resíduos sólidos, necessitando cada vez mais de políticas e técnicas para que o aproveitamento desses materiais seja maior que sua demanda. Os resíduos domiciliares orgânicos, em especial, que correspondem a 51,4% dos resíduos gerados no Brasil (IBGE, 2010), tem sua maior parte destinada aos aterros sanitários e lixões. Esta prática resulta na redução da vida útil dos aterros pela grande demanda de resíduos, que são inadequados para disposição em aterro (EPE, 2014).

Segundo a Agenda 21, documento originário das discussões ocorridas na Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, criada pela ONU no Rio de Janeiro no ano de 1992,

*“Aproximadamente 5,2 milhões – incluindo 4 milhões de crianças – morrem por ano de doenças relacionadas com o lixo. Metade da população urbana dos países em desenvolvimento não tem serviços de despejo de lixo sólido. Globalmente, o volume de lixo municipal produzido deve dobrar até o final do século e dobrar novamente antes do ano de 2025. ”*

A adequada solução encontrada para este problema de disposição inadequada de resíduos urbanos orgânicos, foi a compostagem, pois é um método que ajudará a estabelecer o destino a esse tipo de resíduo (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2017). Com essa técnica, obtêm-se ao seu término um composto fertilizante, também chamado de húmus, que é benéfico para agricultura, jardins e demais culturas, sendo assim utilizado como adubo natural. Os métodos mais comuns para praticar a compostagem são utilizando leiras, composteiras e aterramento. O uso do método de leiras é o mais simples, seu formato para disposição das camadas do resíduo é em pirâmide e o processo pode durar entre três meses a dois anos, dependendo da temperatura ambiente. As composteiras são reservatórios como barril, tonel ou recipientes montados com tijolos onde é disposto o resíduo e demais camadas de terra ou serragem para efetuar o processo. Já o aterramento é um processo mais lento e é utilizado para compostar uma pequena quantidade de resíduo orgânico, consistindo na abertura de um pequeno buraco no solo para dispor o resíduo, o qual será coberto com a própria terra removida (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2017).

Para que esses processos resultem num substrato de qualidade, é necessário verificar alguns fatores como fermentação, aeração, ambiente, temperatura e tempo para realização do processo. Assim, antes de iniciar um sistema de compostagem deve-se analisar o local para identificar qual método é mais viável e que trará melhores resultados (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2017).

Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi estudar a viabilidade de implantar um sistema de compostagem doméstica de resíduos orgânicos gerados no Centro Universitário da Serra Gaúcha FSG, com vista a apresentar alternativas para o aproveitamento desse material na fonte geradora.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

Para se obter um bom levantamento de dados sobre o processo de compostagem, se faz necessário avaliar referências que possibilitam um auxílio de informações essenciais, visando que o trabalho tenha embasamento teórico, de conformidade com leis e normas e, ainda, de acordo com bibliografias relacionadas à estudos já existentes sobre o assunto.

## **2.1 Legislação e Normatização**

### **2.1.1 Política Nacional dos Resíduos Sólidos**

Foi criada no Brasil a Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS), a qual se trata da Lei Nº 12.305 de agosto de 2010 (Brasil, 2010), tendo como finalidade prevenir e evitar a geração de resíduos sólidos. A estabilização desta lei foi um processo bastante lento, pois lida com questões sociais, culturais, econômicas, ambientais e de saúde pública. De acordo com o Capítulo II, artigo três, item XVI da lei, os resíduos sólidos são definidos como:

*“Material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d’água, ou exijam para isso soluções técnicas ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível.”*

A lei obtém instrumentos importantes para o avanço do país na questão dos resíduos sólidos, já que vem sendo o principal problema enfrentado. A PNRS aborda 18 instrumentos, entre eles, está citada a coleta seletiva, o monitoramento e a fiscalização ambiental, sanitária e agropecuária e o Cadastro Nacional de Operadores de Resíduos Perigosos.

Segundo a lei 12.305, resíduos sólidos industriais são aqueles gerados nos processos produtivos de instalações industriais.

### **2.1.2 NBR 10.004**

De acordo com a NBR 10.004 (ABNT, 2004), a classificação de resíduos sólidos é dada através do grau de periculosidade dos resíduos, observando sempre suas propriedades físicas, químicas ou infectocontagiosas, tendo em vista que estes resíduos apresentam riscos ambientais e à saúde pública. Conforme apresenta esta norma, os resíduos sólidos são classificados como:

- “ a) *resíduos classe I – Perigosos;*  
b) *resíduos classe II – Não perigosos;*  
- *resíduos classe II A – Não inertes.*  
- *resíduos classe II B – Inertes.* ”

A norma referida acima, classifica os resíduos perigosos como Classe I, contendo cinco subdivisões, sendo estas: inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e patogenicidade. Também, apresenta as definições para as duas subclasses de resíduos não perigosos, sendo elas:

- Classe II A – Não inertes: são os resíduos que possuem propriedades de biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água;
- Classe II B – Inertes: são os resíduos que uma vez submetidos a testes de solubilização não apresentam nenhum de seus constituintes solubilizados em concentrações superiores aos padrões de potabilidade da água, ou seja, a água continua sendo potável mesmo após ter sido mantida em contato com esses resíduos;

Tendo em vista que a compostagem é o processo de decomposição biológica da matéria orgânica sob condições controladas e, seguindo as informações constantes na NBR 10.004, os resíduos que se enquadram para a realização deste processo são classificados como classe II A – não inertes.

## **2.2 Matéria Orgânica**

A matéria orgânica pode processar-se em condições aeróbias ou anaeróbicas. No primeiro caso, tem-se como resultado um tipo de húmus, derivado de restos vegetais já decompostos por organismos que vivem no solo, sendo sua composição consequência do clima da região, das características do solo, da vegetação e da atividade dos microrganismos presentes. No segundo caso, quando a decomposição ocorre em regiões encharcadas, a matéria orgânica assume aspectos diferentes, originando um material denominado turfa (LANDGRAF *et al.*, 2005).

### **2.2.1 Decomposição da Matéria Orgânica**

Os constituintes dos resíduos orgânicos são decompostos em diferentes estágios, com diferentes intensidades e por populações de microrganismos diferentes. Primeiramente, são degradados os açúcares, amidos e as proteínas solúveis. Em seguida ocorre a decomposição de algumas hemiceluloses e das demais proteínas. A celulose, certas hemiceluloses, os óleos,

as gorduras e as resinas são decompostos de forma mais demorada e por organismos específicos. As ligninas, certas graxas e taninos são materiais considerados como os mais resistentes à decomposição (HAUG, 1993 *apud* BRITO, 2008).

Segundo Kiehl (2002), as proteínas são primeiramente hidrolisadas por enzimas, gerando polipeptídios, aminoácidos e outros derivados nitrogenados, os quais podem ser biodegradáveis por outros organismos. O nitrogênio orgânico é convertido à forma amoniacal, sendo que a quantidade produzida é função do teor de proteína, carboidratos e outros constituintes. Assim, é perceptível a importância da concentração inicial de nitrogênio no processo de decomposição da matéria orgânica, como também a necessidade de contínuo monitoramento.

### **2.3 Compostagem**

A compostagem é definida como a ação de transformação dos resíduos orgânicos, através de processos físicos, químicos e biológicos, em uma matéria biogênica mais estável e resistente a ação de espécies consumidoras. A técnica de compostagem é totalmente sustentável, pois é possível reaproveitar todo o resíduo urbano orgânico que era destinado ao aterro sanitário, transformando-o em um composto rico em nutrientes, podendo ser disposto no solo e trazendo benefícios à agricultura (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2017).

O composto é a denominação dada ao fertilizante obtido pelo processo de compostagem e para obtê-lo com qualidade é necessário avaliar as classificações da compostagem conforme a Tabela 1 apresentada neste trabalho. Neste processo, a matéria orgânica atinge dois estágios importantes: digestão, que ocorre a fermentação na qual a matéria alcança a bioestabilização; e maturação, onde a matéria alcança a umidificação (LIMA, 2004).

Conforme Serra e Grossi (2002) o processo ocorre na primeira fase pela decomposição da matéria orgânica facilmente degradável. Nesta etapa a temperatura pode alcançar 65 – 70°C e durante um período de 15 dias é possível eliminar as bactérias que causam doenças. Normalmente coloca-se sobre o material a ser compostado uma camada de 20 cm de composto com matéria orgânica já reciclada para manter o equilíbrio interno do material sem perda de calor e umidade.

A segunda fase é a de maturação, processo formado pela presença de bactérias e fungos. Nesta etapa a temperatura pode alcançar 45–30°C e o tempo pode variar de 2 a 4 meses. Já na terceira fase ocorre o processo de humificação. Isso ocorre devido a celulose e a

lignina serem transformadas em substâncias húmicas, onde aparecem animais do solo, como as minhocas, e com isso a temperatura cai para 25–30°C.

Segundo Amazonas (1990), a compostagem possui algumas vantagens, sendo elas:

- a) Redução de cerca de 50% do lixo destinado ao aterro;
- b) Economia de aterro;
- c) Aproveitamento agrícola da matéria orgânica;
- d) Reciclagem de nutrientes para o solo;
- e) Processo ambientalmente seguro;
- f) Eliminação de patógenos;
- g) Economia de tratamento de efluentes.

### 2.3.1 Classificação da Compostagem

A classificação do processo de compostagem, está representada na Tabela 1, desenvolvida segundo o autor Edmar José Kiehl.

Tabela 1 – Classificação da compostagem.

Classificação quanto a Biologia	Definição
Aeróbio	Processo onde a fermentação ocorre na presença de oxigênio. Neste processo existe o desprendimento de CO <sub>2</sub> e vapor de água, onde a temperatura é sempre elevada.
Anaeróbio	Processo onde a fermentação ocorre na ausência de oxigênio. Nesse processo existe o desprendimento de CH <sub>4</sub> , H <sub>2</sub> S entre outros, a temperatura permanece baixa.
Misto	Processo onde a matéria passa pela fermentação aeróbia e depois existe uma redução de oxigênio desenvolvendo-se assim o processo anaeróbio.
Classificação quanto a Temperatura	Definição
Criofilico	Processo onde a temperatura atinge uma média inferior, próxima à do ambiente.
Mesofilico	Processo que ocorre entre 35 e 45°C. A temperatura nesses processos são diretamente proporcionais a quantidade de microrganismos.
Termofilico	Processo que ocorre em temperaturas superiores a 55°C, podendo alcançar até 70°C. É o mais indicado, pois, as altas temperaturas podem diminuir a sobrevivência de microrganismos patogênicos.

Classificação quanto ao Ambiente	Definição
Aberto	Processo onde a compostagem ocorre em pátio a céu aberto.
Fechado	Processo onde a compostagem ocorre em digestores, bioestabilizadores ou células de fermentação.
Classificação quando ao Processamento	Definição
Estático	Processo onde o revolvimento da massa em fermentação é feita com intervalo de tempo.
Dinâmico	Processo onde a massa em digestão é revolvida continuamente.

Fonte: Lixo: Tratamento e Biorremediação 2004.

### 2.3.2 Fatores que Influenciam na Compostagem

A compostagem dos resíduos orgânicos sofre influência de inúmeros fatores durante todo seu processo, assim, têm-se os mais importantes: temperatura, pH, umidade, aeração e relação inicial carbono/ nitrogênio.

#### 2.3.2.1 Temperatura

Segundo Kielh (1985), a temperatura é um dos fatores mais importantes para determinar se a operação de compostagem se processa como desejável. A produção de calor de um material é indicativo da atividade biológica na pilha de composto e, por isso, indiretamente, do seu grau de decomposição. Isso ocorre pelo fato do metabolismo dos microrganismos responsáveis pela compostagem ser exotérmico.

A faixa ideal de temperatura para realizar a compostagem é entre 23 e 70°C. De forma geral quando a matéria orgânica é decomposta o calor criado pelo metabolismo dos microrganismos se dissipa pelo material. O desenvolvimento da temperatura está relacionado com vários fatores, material rico em proteínas, baixa relação carbono/nitrogênio e umidade.

#### 2.3.2.2 pH

No sistema de compostagem é de suma importância saber o valor do pH (potencial hidrogeniônico). Durante a realização observou que nas primeiras horas de compostagem, o pH decresce até valores de aproximadamente 5 e aumenta gradualmente conforme a evolução do processo, alcançando, finalmente, valores entre 7 e 8. A medida que os fungos e as bactérias decompõem a matéria orgânica, ocorre a liberação de ácidos que se acumulam e acidificam o meio. Isso ocasiona a diminuição do pH, favorecendo o crescimento de fungos e

a decomposição da celulose e da lignina. Posteriormente, estes ácidos são decompostos até serem completamente oxidados (Magrini, 2008).

### **2.3.2.3 Umidade**

Segundo Lima (2004) os processos bioquímicos de decomposição exigem água. Assim, na compostagem, é mantida uma faixa de umidade que varia de 40 a 60% em peso seco da matéria orgânica decomponível. Teores de umidade abaixo de 40% retardam o processo por inibir a atividade biológica. Umidade acima de 60% torna o meio anaeróbico, por baixar o potencial de oxidação-redução, reduzindo a eficiência do processo, pelo estímulo a concorrência microbiológica. Quanto maior a quantidade de água presente, maior a produção de chorume e de líquidos. O composto com excesso de água perde seu valor comercial.

### **2.3.2.4 Aeração**

O oxigênio é necessário para os microrganismos obterem energia resultante da oxidação do carbono orgânico, pois libera carbono inorgânico, na forma de dióxido de carbono. A falta de oxigênio causa um ambiente redutor resultante em compostos incompletamente oxidados. A aeração é um fator importante na decomposição da matéria, principalmente na primeira fase onde o processo é mais acelerado, favorecendo que a decomposição seja aeróbia. A falta de oxigênio pode acarretar em uma decomposição anaeróbia, produzindo então, gases que são responsáveis pelo mau cheiro (Silva, 2000).

### **2.3.2.5 Relação Carbono/Nitrogênio**

O equilíbrio da relação C/N é um fator de fundamental importância na compostagem, cujo principal objetivo é criar condições para fixar os nutrientes, de forma que possam ser posteriormente liberados por meio do composto. Dessa forma, para o início do processo aceitasse como ótima uma relação C/N de 30:1, o que influenciará a boa atividade biológica, diminuindo o período de compostagem; atingindo uma relação C/N de 18:1 no final do processo. Relações C/N baixas, pH acima de 8 e elevadas temperaturas, implicam na perda de nitrogênio sob a forma de amônia; recomenda-se neste caso, a adição de serragem, palha, papel, entre outros, à massa a ser compostada; e se a relação C/N for alta, pode-se adicionar, por exemplo, lodo de esgoto seco (RAMEH, 1981).



### **3 METODOLOGIA**

Para o desenvolvimento deste trabalho, foi utilizado uma metodologia de pesquisa exploratória, que proporcionou realizar um levantamento de informações e dados por meio de uma ampla pesquisa e revisões de livros, artigos técnicos e científicos. Esse método, permitiu uma familiarização com o problema de má disposição de resíduos urbanos orgânicos e, a partir disto, conhecer, compreender e analisar os conhecimentos já existentes sobre esta classe de resíduos, reconhecendo as diversas formas de destinação e reutilização, tendo como principal base sua utilização para o processo de compostagem.

Essa pesquisa bibliográfica será utilizada como base para a implantação de um processo de compostagem, com intenção de realizar o tratamento e disposição dos resíduos orgânicos gerados no Centro Universitário da Serra Gaúcha - FSG, localizado na Cidade de Caxias do Sul, Estado do Rio Grande do Sul. Esse projeto, necessitará de equipamentos como, recipientes plásticos, tampa plástica, torneira, aerador, termômetro, serragem e pHmetro. Durante a realização do processo, deverão ser monitorados principais parâmetros como temperatura, pH e umidade, a fim de garantir uma boa biodegradabilidade dos resíduos e resultando num substrato de qualidade para ser empregado no solo. Além do monitoramento, a composteira poderá ser usada para análise de processos de biodegradação de materiais poliméricos.

### **4 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

De acordo com os levantamentos realizados através da pesquisa, foi concluído que a compostagem é um processo muito viável e benéfico para destinação, tratamento e reutilização de resíduos urbanos orgânicos. O substrato gerado por esta prática, o húmus, também possui grande potencial de reutilização, podendo ser empregado em atividades agrícolas, pois sua composição fornece uma excelente função de fertilizante. Visto isso, pode-se dizer que os resíduos orgânicos compostados são 100% reaproveitados, não causando riscos ou prejuízos à saúde da população nem ao meio ambiente. Essa técnica de compostagem também reduz demasiadamente a demanda de resíduos orgânicos dispostos em aterros, aumentando o seu tempo de vida útil e se tornando extremamente viável para os municípios.

Com a implantação deste processo no Centro Universitário da Serra Gaúcha, oportunizará o conhecimento prático da biodegradabilização de matéria orgânica, demonstrando a capacidade e a viabilidade da realização da compostagem, como também, poderá despertar o interesse de outros membros da instituição (alunos, professores, diretores, funcionários) difundindo esta técnica na sociedade. Além disso, o projeto poderá ser utilizado para realização de testes, os quais podem conter a utilização de técnicas diferenciadas que, aliada ao processo de compostagem, sejam capazes de biodegradar outros resíduos.

## 5 REFERÊNCIAS

ACKERMAN, K. B. The changing role of warehousing. **Warehousing Forum**, v.8, n.12, p.1-15, 1993.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10004: Resíduos Sólidos - Classificação. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

BAIRD, C. CANN, M. **Química Ambiental**. 4 ed. Trad.: Marco Tadeu Grassi. Porto Alegre: Bookman, 2011.

BRAGA, B.; HESPEHOL, I.; CONEJO, J.; MIERZWA, J.; BARROS, M.; SPENCER, M.; PORTO, M.; NUCCI, N.; JULIANO, N.; EIGER, S. **Introdução à Engenharia Ambiental O desafio do desenvolvimento sustentável**. 2 ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005.

BRASIL. Lei nº. 12.305 de agosto de 2010 – Política Nacional de Resíduos Sólidos, (BR), 2010.

EPE – EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Inventário Energético dos Resíduos Sólidos Urbanos**. Série Recursos Energéticos. Rio de Janeiro, 2014.

FILHO, C.; SOLER, F. **Gestão de Resíduos Sólidos O que diz a lei**. São Paulo: Trevisan Editora Universitária, 2012.

GUIMARÃES, J. C. F.; MOSNA, A. W. **Roteiro para processo de desenvolvimento de produtos industriais**. Global Manager, v. 17, p. 101-123, 2009.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Perfil regional**. Disponível em: <[www.ibge.org.br](http://www.ibge.org.br)>. Acesso em: 15 ago. 2010.

IPEA – INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. **Diagnóstico dos Resíduos Sólidos Urbanos**. Relatório de Pesquisa. Brasília, 2012.

JARDIM, A.; YOSHIDA, C.; FILHO, J. **Política Nacional, Gestão e Gerenciamento de Resíduos Sólidos**. São Paulo: Manole, 2012.

LIMA, L. **Lixo Tratamento e Biorremediação**. 3 ed. São Paulo: Hemus, 2004.

MMA – MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Compostagem Doméstica, Comunitária e Instrucional de Resíduos Orgânicos**. Manual de Orientação. Brasília, 2017.

PRODANOV, C. C. FREITAS, C. R. **Metodologia do Trabalho Científico: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico**. 2 ed. Novo Hamburgo: Universidade Feevale, 2013.

RIBEIRO, D. V.; MORELLI, M. R. **Resíduos Sólidos Problema ou Oportunidade?**. Rio de Janeiro: Interciência, 2009.

SPIRO, T.; STIGLIANI, W. **Química Ambiental**. 2 ed. Trad.: Sonia Yanamoto. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2009.