

## COMPOSTAGEM DE RESÍDUOS ORGÂNICOS DOMICILIARES E PODA DE ÁRVORES NA PRESENÇA DE DOIS BIOPOLÍMEROS A BASE DE AMIDO

Rafaela Gasparotto Moser (\*), Tatiane Cristina Dal Bosco, Roger Nabeyama Michels, Leonardo Galice Chies, Elizabeth Mie Hashimoto

\* Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Londrina, [rafaelagmoser@hotmail.com](mailto:rafaelagmoser@hotmail.com)

### RESUMO

Os biopolímeros tornam-se cada vez mais importantes para a produção de embalagens que facilitem o posterior gerenciamento dos resíduos, em especial os orgânicos em usinas de compostagem. Neste estudo objetivou-se avaliar a compostabilidade de biopolímeros produzidos a partir de amido com e sem a adição de casca de aveia, em processo de compostagem de resíduos orgânicos domiciliares com poda de árvores. A compostagem teve duração de 60 dias e foi realizada em reatores de 100 L, sendo que 30 L foram ocupados com resíduos orgânicos domiciliares e 66 litros com poda de árvore. O experimento foi realizado em duplicata, sendo os tratamentos os tipos de biopolímeros (com e sem adição de casca de aveia) e a testemunha (sem biopolímeros). Foram monitorados os seguintes parâmetros ao longo da compostagem: temperatura, relação C/N, carbono orgânico total, nitrogênio total, umidade aparente. Os biopolímeros não influenciaram no comportamento da temperatura e a fase termofílica durou cerca de 11 dias. Houve redução satisfatória da relação C/N nos três tratamentos. Conclui-se que a presença dos biopolímeros não interferiu no processo de compostagem e que a adição de aveia não alterou o comportamento dos parâmetros analisados.

**PALAVRAS-CHAVE:** Compostagem, Compostabilidade, Resíduos sólidos.

### ABSTRACT

Biopolymers become increasingly important to the package production that makes easy the waste management, especially the organics in composting plants. The present study intends to evaluate the compostability of biopolymers made from starch with and without oat straw addition, in composting process with domestic organic waste and tree pruning. The composting lasted 60 days and was made in 100 L reactors, being that 30 L was domestic organic waste and 66 L was pruning tree. The experiment was made in duplicate, being the treatments the types of biopolymers (with and without oat straw addition) and the witness (without biopolymers). Were monitored the following parameters along the composting: temperature, C/N ratio, total organic carbon, total nitrogen, humidity content. The biopolymers didn't act upon temperature parameter and the thermophilic phase was observed for about 11 days. There was a reduction of C/N ratio. It is concluded that the presence of the biopolymers didn't interfere in the composting and the oat straw did not interfere in the composting.

**KEY WORDS:** Composting, Compostability, Solid waste.

### INTRODUÇÃO

Os resíduos sólidos orgânicos representam 51% dos resíduos urbanos gerados no Brasil (ABRELPE, 2013). Nesse sentido, se faz necessário buscar alternativas para que esses resíduos não sejam dispostos em aterros sanitários como se fossem rejeitos e ocupem espaços desnecessários. A Lei no 12.305/2010, que institui a Política Nacional dos Resíduos Sólidos, estabelece em seu artigo 36, a compostagem como estratégia prioritária para o tratamento para os resíduos orgânicos (BRASIL, 2010).

Em geral, os resíduos orgânicos são acondicionados em sacolas plásticas e misturados com outros tipos de resíduos, e na maioria das vezes, essa separação é técnica e economicamente inviável. Compostar o resíduo orgânico juntamente com as sacolas plásticas de polietileno pode reduzir a eficiência do processo e prejudicar a qualidade do produto final. Neste sentido, os biopolímeros tornam-se cada vez mais importantes para a produção de embalagens que facilitem o posterior gerenciamento dos resíduos. São obtidos a partir de materiais advindos de fontes renováveis e podem ser biodegradados em ambientes como o solo e leiras/reatores de compostagem (KALE et al., 2007).

Caso seja comprovada sua compostabilidade, este material poderia ser utilizado na produção de sacolas para acondicionar resíduos sólidos orgânicos e ser facilmente incorporado à compostagem em grande escala, diminuindo esforços e custos com a operação das usinas de tratamento. Deste modo, o presente estudo teve como objetivo avaliar a influência dos

biopolímeros produzidos a partir de amido com e sem a adição de casca de aveia no processo de compostagem de resíduos sólidos orgânicos domiciliares e poda de árvores.

## OBJETIVOS

Avaliar a influência dos biopolímeros produzidos a partir de amido com e sem a adição de casca de aveia no processo de compostagem de resíduos sólidos orgânicos domiciliares e poda de árvores, por meio dos parâmetros temperatura e relação C/N.

## METODOLOGIA

O processo de compostagem teve início dia 20 de abril de 2017 e término no dia 20 de junho de 2017 e foi realizado na Casa de Vegetação da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, onde há cobertura e piso impermeável. Nesse experimento, desejou-se simular o tratamento realizado nas usinas de compostagem municipais, onde os resíduos orgânicos chegam acondicionados em sacolas plásticas, são triturados e misturados a poda de árvore, uma vez que a poda de árvore é um resíduo comumente gerado pelos municípios e requer destinação ambientalmente adequada. Os biopolímeros eram compostos por amido de mandioca, poli (ácido láctico) (PLA) e glicerol. Casca de aveia micronizada foi adicionada na sua produção a fim de comparar seus efeitos.

A compostagem foi conduzida em bombonas de cem litros completadas pela mistura de resíduos orgânicos (resíduos de restaurante e poda de árvores), com a adição dos biopolímeros, resultando em três tratamentos. O tratamento T0 era a testemunha, pois não continha nenhum tipo de biopolímero. O tratamento T1 e T2 eram formados pelo mesmo volume de resíduos orgânicos e podas, porém com a adição dos biopolímeros sem e com adição de casca de aveia, respectivamente. Cada tratamento foi realizado em duplicata, totalizando 6 unidades experimentais. Cada unidade experimental possuía o volume de 96 litros para o tratamento sem a adição de biopolímeros e 97 litros nos tratamentos em que os biopolímeros foram adicionados.

Para o cálculo da relação C/N inicial foi necessária a caracterização inicial dos resíduos, visando determinar a composição de Nitrogênio total (NT) e Carbono orgânico total (COT). O NT foi determinado pela metodologia proposta por Malavolta et al. (1997) e o teor de COT foi estimado a partir da fórmula proposta por Carmo e Silva (2012), assumindo-se os valores de sólidos voláteis dos resíduos. Os valores estão descritos na Tabela 1.

**Tabela 1. Características iniciais dos resíduos**

**Fonte: Autor do Trabalho.**

Parâmetros	Poda de Árvore	Resíduo Orgânico
Umidade (%)	42,30	80,08
Carbono orgânico total (%)	36,91	38,80
Nitrogênio total (%)	1,91	2,31

A partir dos resultados desta caracterização, utilizou-se a fórmula proposta por Kiehl (1985) que define as proporções de resíduos a serem utilizadas, de modo a se iniciar o processo com relação C/N adequada. Escolheu-se a relação C/N de 18,5:1, pois a proporção foi considerada a mais adequada para a homogeneização dos resíduos. Dessa maneira, os reatores eram compostos de aproximadamente 30 litros de resíduo orgânico e 66 litros de poda de árvore. Além disso, no tratamento T1 e T2 foram colocados 400 gramas de biopolímeros.

Os resíduos orgânicos já se encontravam na granulometria adequada, uma vez que são restos de alimentos, assim como as podas de árvores, que são trituradas no momento da coleta. Retirou-se as carnes do resíduo de restaurante, manualmente, a fim de evitar odores fortes decorrentes da sua decomposição e a atração de animais e vetores para a estufa. A montagem dos reatores foi feita por meio da superposição de camadas alternadas de cada resíduo. A primeira e a última camada eram de poda de árvore, já que se tratava de resíduo de estrutura e encobriu os resíduos orgânicos, a fim de evitar o mau cheiro e a proliferação de vetores nas primeiras semanas da compostagem. No tratamento que continha biopolímeros, os mesmos foram incorporados com os resíduos orgânicos na parte interna da bombona.

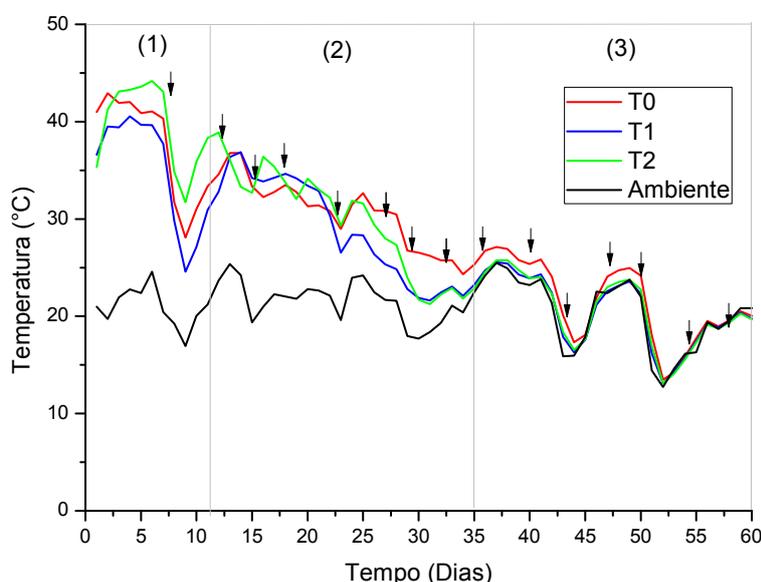
Foram monitorados ao longo do processo: temperatura, carbono orgânico total, nitrogênio total, aeração e umidade aparente. A temperatura foi monitorada com o auxílio de um sistema automatizado de coleta de dados. Cinco sensores foram inseridos em cada reator. Seu posicionamento no interior da bombona se deu em pontos estratégicos, a fim de registrar a temperatura em diferentes pontos e obter as variações de temperatura. Esses sensores foram ligados a uma

placa de arduino equipada de um sistema registrador de dados (datalogger) junto de um sistema de tempo real que fornece a hora, o minuto e o segundo da aquisição de dados. O armazenamento de dados ocorreu a cada 10 minutos e a gravação se deu num um cartão de memória. A aeração foi realizada por meio de revolvimentos manuais, que aconteceram a cada 3 dia. A umidade aparente foi controlada por meio do teste da mão (NUNES, 2009) no momento do revolvimento.

Realizou-se ANOVA (5% de significância) dos dados de COT e NT ao longo do processo de compostagem e as médias foram comparadas pelo Teste de Scott-Knott.

## RESULTADOS

O perfil médio da temperatura durante o processo de compostagem nos três tratamentos pode ser observado na Figura 1.



**Figura 1: Temperatura média durante o processo de compostagem. Fonte: Autor do Trabalho.**

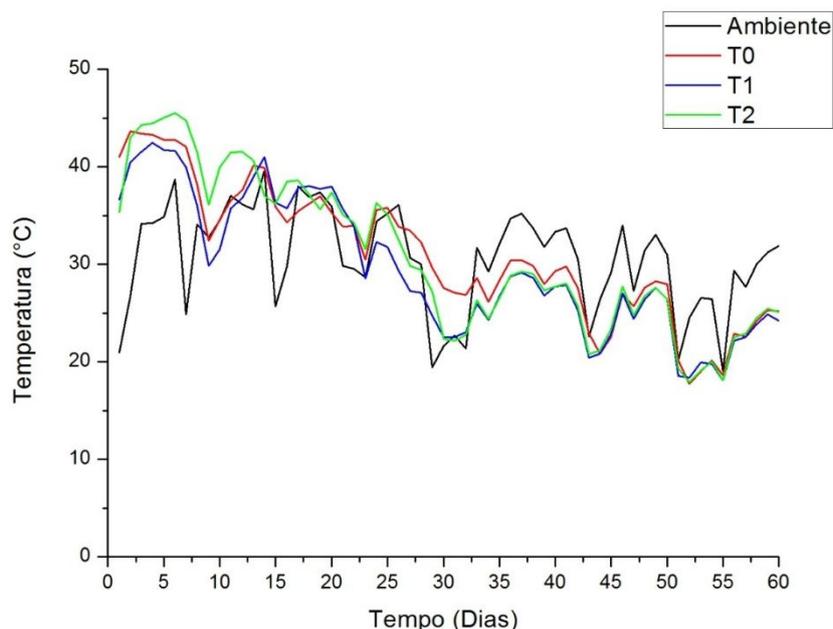
Nota<sub>1</sub>: T0 – poda de árvore + resíduo orgânico, T1 – poda de árvore + resíduo orgânico + biopolímero sem adição de casca de aveia, T2 – poda de árvore + resíduo orgânico + biopolímero com adição de casca de aveia.

Nota<sub>2</sub>: (1) Fase Termofílica; (2) Fase Mesofílica; (3) Fase de Maturação

Nota<sub>3</sub>: ↓ – Revolvimentos.

Logo no primeiro dia de compostagem já foi possível observar temperatura próximas a 40°C, caracterizando a fase termofílica. Essa fase durou aproximadamente 11 dias. A fase mesofílica teve duração de aproximadamente 24 dias, acabando por volta do 36º dia. Logo em seguida, foi possível ver a fase de maturação, onde as temperaturas dos reatores eram muito próximas à temperatura ambiente. Nota-se na Figura 1 que a temperatura dos reatores acompanhou o comportamento da temperatura ambiente e que sempre após os revolvimentos houve aumento da temperatura média dos reatores.

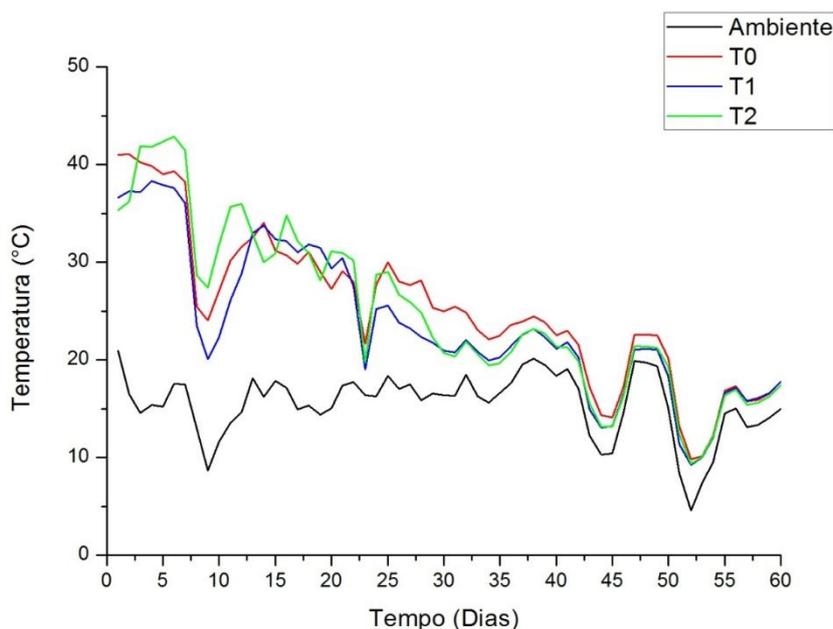
Na Figura 2 estão apresentadas a variação da temperatura máxima durante o processo de compostagem. Destaca-se que a maior temperatura foi no 6º dia de compostagem, no tratamento T2, registrando 46,7°C. A temperatura ambiente teve pico máximo no 12º dia de compostagem, onde a temperatura atingiu 38,7°C.



**Figura 2: Variação da temperatura máxima durante o processo de compostagem. Fonte: Autor do Trabalho.**

Nota<sub>1</sub>: T0 – poda de árvore + resíduo orgânico, T1 – poda de árvore + resíduo orgânico + biopolímero sem adição de casca de aveia, T2 – poda de árvore + resíduo orgânico + biopolímero com adição de casca de aveia.

Na Figura 3 apresenta-se a variação da temperatura mínima durante os 60 dias de processo. Destaca-se que a menor temperatura foi no 52º dia de compostagem, no tratamento T2, registrando 9,2°C. Nesse mesmo dia foi observada a menor temperatura ambiente: 4,6°C.



**Figura 3: Variação da temperatura mínima durante o processo de compostagem. Fonte: Autor do Trabalho.**

Nota<sub>1</sub>: T0 – poda de árvore + resíduo orgânico, T1 – poda de árvore + resíduo orgânico + biopolímero sem adição de casca de aveia, T2 – poda de árvore + resíduo orgânico + biopolímero com adição de casca de aveia.

Na Tabela 2 estão descritos os teores de Carbono orgânico total, Nitrogênio total e a relação C/N inicial da poda de árvore e dos resíduos orgânicos e dos tratamentos T0, T1 e T2 depois de 32 dias, 46 dias e 60 dias do início da compostagem.

**Tabela 2. Teores de Carbono orgânico total, Nitrogênio total e relação C/N inicial dos resíduos após 32, 46 e 60 dias de compostagem dos tratamentos. Fonte: Autor do Trabalho.**

Período	Tratamento	COT(%)	NT(%)	C/N
Inicial	Poda	36,91±0,63	1,91±0,04	19,28±0,63
	RO	38,80±3,71	2,79±0,83	14,61±3,71
	T0	-	-	14,96±0,23a
	T1	-	-	15,04±0,31a
	T2	-	-	15,13±0,50a
32 dias	T0	39,00±5,10a	3,29±0,23a	8,77±0,94a
	T1	32,90±1,13a	3,35±0,68a	10,06±2,37a
	T2	33,53±0,68a	3,66±0,68a	9,32±1,55a
46 dias	T0	30,40±2,96a	3,96±0,91a	7,79±1,06a
	T1	31,25±0,16a	3,17±0,50a	9,99±1,60a
	T2	31,86±0,08a	3,73±1,05a	8,88±2,47a
60 dias	T0	25,88±8,11a	3,50±0,76a	7,32±0,76a
	T1	30,62±1,14a	3,12±0,37a	9,90±1,54a
	T2	31,20±1,42a	3,59±0,34a	8,75±1,22a

Nota<sub>1</sub>: RO – resíduo orgânico, T0 – poda de árvore + resíduo orgânico, T1 – poda de árvore + resíduo orgânico + biopolímero sem adição de casca de aveia, T2 – poda de árvore + resíduo orgânico + biopolímero com adição de casca de aveia, COT – carbono orgânico total, NT – nitrogênio total.

Nota<sub>2</sub>: Teores médios ± desvio padrão.

Nota<sub>3</sub>: Letras diferentes na mesma coluna e no mesmo período representam diferença significativa ( $p < 0,05$ ) pelo teste Scott-Knott.

É possível notar que a relação C/N dos tratamentos diminuiu com o passar dos dias de tratamento, com redução de aproximadamente 40%, e é possível afirmar que não houve diferença significativa entre os tratamentos, dessa maneira os polímeros não influenciaram na relação C/N dos compostos. Esse decréscimo da relação C/N mostra que houve degradação da matéria orgânica por microrganismos, por meio da mineralização do carbono, apesar da relação C/N inicial não ser a proposta por Kiehl (2004), entre 25:1 e 35:1.

## CONCLUSÕES

Considerando que os biopolímeros não alteraram o comportamento da temperatura, uma vez que os perfis foram semelhantes e a fase termofílica teve duração de aproximadamente 11 dias em todos os tratamentos e que os três tratamentos resultaram em reduções de relação C/N final satisfatórias, é possível concluir que os biopolímeros estudados não interferiram no processo de compostagem e que a adição de aveia aos biopolímeros não alterou o comportamento dos parâmetros monitorados.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABRELPE. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil - 2012**. São Paulo-SP, 2013. Disponível em: <http://www.abrelpe.org.br/Panorama/panorama2012.pdf>. Acesso: 20 de outubro de 2016.
2. BRASIL. **Lei Federal nº 12.305 de 02 de agosto de 2010**. Institui a Política Nacional dos Resíduos Sólidos, altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. 2010.
3. CARMO, D. L. do; SILVA, C. A. Métodos de Quantificação de Carbono e Matéria Orgânica em Resíduos Orgânicos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 36, p. 1211-1220, 2012.
4. KALE, G.; AURAS, R.; SINGH, S. P.; NARAYAN, R. Biodegradability of polylactide bottles in real and simulated composting conditions. **Polymer Testing**, v. 26, pp. 1049-1061, 2007.
5. KIEHL, E. J. **Manual de Compostagem: maturação e qualidade do composto**. Piracicaba - SP, 4ª ed., 2004.
6. KIEHL, E.J. **Fertilizantes orgânicos**. Piracicaba. Editora Agronômica Ceres Ltda., 1985. 492p.
7. MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2ª Ed. Piracicaba. Potafos, 1997.319p.



# 1º Congresso Sul-Americano de Resíduos Sólidos e Sustentabilidade

GRAMADO-RS

12 a 14 de junho de 2018

8. NUNES, M. U. C. **Compostagem de resíduos para produção de adubo orgânico na pequena propriedade.** Circular técnico – Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju, n.59, 7p., dez. 2009.