

Análise de dados de temperatura em compostagem com adição de biopolímeros

Analysis of temperature data in the composting with the addition of biopolymers

Basima Abdurahiman

basimaabdu@gmail.com

Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, Paraná, Brasil.

Tatiane Cristina Dal Bosco

tatianedalbosco@gmail.com

Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, Paraná, Brasil.

Roger Nabeyama Michels

rogernmichels@utfpr.edu.com

Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, Paraná, Brasil.

Ramily Micheleti de Azevedo
Oliveira Meneses

ramilymeneses@gmail.com

Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, Paraná, Brasil.

João Paulo Bachega

joapaulobachega@gmail.com

Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, Paraná, Brasil.

Denise Maki Ota

denisemaki28@gmail.com

Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, Paraná, Brasil.

Guilherme Quereza Vieira

guiquereza@hotmail.com

Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, Paraná, Brasil

Recebido: 19 ago. 2020.

Aprovado: 01 out. 2020.

Direito autorial: Este trabalho está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.



RESUMO

É comum o uso de sacos ou sacolas plásticas como acondicionadores primários de resíduos sólidos. Em usinas de compostagem é um desafio a separação dos resíduos orgânicos dos plásticos que os envolvem. Deste modo, biopolímeros mostram-se promissores para esta finalidade, pois poderiam ser compostados juntamente com os resíduos orgânicos, desde que não alterem o processo de compostagem e o produto final. Objetivou-se verificar o comportamento da temperatura, identificando suas fases, no processo de compostagem de resíduos orgânicos de restaurante com poda de grama, na presença de biopolímeros. Montou-se uma composteira com resíduos orgânicos e podas de grama, a qual foram adicionados biopolímeros produzidos com amido de mandioca. Para monitorar a temperatura utilizou-se 10 sensores coletando dados a cada 10 minutos. Observou-se que a fase de aquecimento ocorreu nos dois primeiros dias, seguida da fase termofílica, que durou 31 dias. A temperatura máxima atingida nessa etapa foi 59° C. Por fim, a partir do 32º dia atingiu-se a fase de maturação, em que ocorre o decaimento da decomposição microbiana e da temperatura. Concluiu-se que o comportamento da temperatura seguiu os modelos teóricos que relatam as fases da compostagem, o que sugere que a presença dos biopolímeros não influenciou este parâmetro.

PALAVRAS-CHAVE: Controle de temperatura. Filmes Plásticos. Resíduos orgânicos como fertilizantes.

ABSTRACT

It is common to use plastic bags or sacks as primary conditioners for solid waste. In composting plants, it is challenging to separate solid waste from the plastics that surround it. In this way, biopolymers are promising for this, as they can be composted together with organic waste, as long as they do not alter the composting process and the final product. The purpose of this paper was to verify the temperature behavior, identifying its phases, in the process of composting restaurant organic waste with grass pruning, in the presence of biopolymers. A composter was assembled with residues and grass prunings, which were added with biopolymers produced from cassava starch. To monitorate the temperature 10 sensors was used collecting data each 10 minutes. It was observed that the heating phase occurred in the first two days, followed by the thermophilic phase, which lasted for 31 days. The maximum temperature reached in this stage was 59 ° C. Finally, after 32 days after the assembly of the composter, the maturation phase was reached, in which the decay of microbial decomposition and temperature occurs. It was concluded that the behavior of temperature followed the theoretical models that report as phases of composting, which explains that the presence of biopolymers did not influence this parameter.

KEYWORDS: Temperature control. Plastic Films. Organic waste as fertilizer.

INTRODUÇÃO

No Brasil e em muitos lugares do mundo sacolas plásticas são utilizadas para o acondicionamento de compras de todos os tipos de produtos e, na maioria das vezes, distribuídas sem cobrança adicional. Estas sacolas nem sempre são encaminhadas à reciclagem e, quando destinadas de maneira inadequada, podem causar diversos impactos ambientais, como proliferação de vetores, depreciação imobiliária, contaminação do solo, da água, dentre outros.

Por outro lado, sacos/sacolas plásticas são muito utilizadas para o acondicionamento primário de resíduos sólidos. Quando se trata de resíduos orgânicos encaminhados a usinas de reciclagem a primeira etapa do processo consiste em separar os resíduos orgânicos dos acondicionadores, tarefa muitas vezes difícil e pouco eficiente. Uma possibilidade, portanto, seria a utilização de acondicionadores biodegradáveis e compostáveis. Os biopolímeros são polímeros confeccionados a partir de matérias-primas de fontes renováveis, como por exemplo, o milho, a cana-de-açúcar, a celulose, a quitina, entre outras (PRADELLA, 2006). Devido ao seu potencial de degradabilidade uma alternativa seria trata-los juntamente com os resíduos orgânicos, por meio da compostagem.

No ano de 2010, a Política Nacional de Resíduos Sólidos foi instituída e previu a necessidade de implantação de sistemas de compostagem para resíduos sólidos orgânicos (BRASIL, 2010). A compostagem é definida como uma técnica de reciclagem em que ocorre o processo de decomposição aeróbia de um substrato orgânico biodegradável, por meio da ação microbiana, com evolução a dióxido de carbono e vapor d'água, resultando em um produto final estável, rico em matéria orgânica mais humificada (KIEHL, 1985). A temperatura exerce papel essencial na indicação da eficiência do processo, por isso é muito importante o estudo, a análise e o controle dos dados, como também seu monitoramento frequente.

Durante a compostagem tem-se a fase de aquecimento, mesofílica, em que predominam temperaturas moderadas, até 40 °C, com duração média de dois a cinco dias. Em seguida, tem-se a fase termofílica, que é quando o material está em ampla degradação pelos microrganismos e, em virtude do seu metabolismo exotérmico, resulta no aumento da temperatura do meio. Esta fase pode durar poucos dias a vários meses, de acordo com as características do material compostado. E, por fim, tem-se a fase de resfriamento, que é delimitada pela queda da temperatura para valores próximos a da temperatura ambiente e a fase de maturação, quando ocorre a estabilização, resultando num composto maturado e numa matéria orgânica mais humificada (BERNAL et al., 1998).

Há poucos estudos que avaliam não só a biodegradabilidade de biopolímeros, como também o seu potencial de compostagem junto à degradação dos resíduos sólidos orgânicos. Deste modo, o objetivo deste trabalho foi averiguar o comportamento da temperatura, identificando suas fases, no processo de compostagem de resíduos orgânicos de restaurante com poda de grama, de modo a avaliar se houve influência da presença de biopolímeros no material a ser compostado.

MATERIAIS E MÉTODOS

O procedimento experimental foi realizado na estufa agrícola da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Londrina, com início em 16 de março de 2020 e término no dia 24 de maio de 2020.

Foi utilizada uma composteira comercial de 435 L, a qual se adicionou 326 L de podas de grama, coletadas na própria Universidade, e 109 L restos de alimentos provenientes de um restaurante localizado no município de Londrina. Foram montadas sete camadas, sendo quatro de grama intercaladas com três de resíduo orgânico de restaurante. Nas camadas inferiores e superiores, adicionou-se um maior volume de podas de grama, para evitar eventual vazamento de chorume, mau cheiro e a atração de vetores, como moscas e ratos (PEREIRA NETO, 1998).

Durante a montagem adicionou-se 24 amostras de 10 formulações de biopolímeros produzidos a partir de amido de mandioca, que foram envolvidas em meias finas de Lycra®, com a finalidade de proporcionar maior contato com a camada de resíduos de restaurante e não perder o material em meio aos resíduos.

Para realizar o monitoramento da temperatura foram inseridos dez sensores (modelo DS18B20), com nove deles distribuídos pela composteira e um sensor destinado à coleta da temperatura ambiente. Estes sensores foram ligados a um sistema automatizado de coleta de dados utilizando plataforma Arduino e os dados foram armazenados em cartão micro SD. Todos os sensores realizaram a coleta de dados em um intervalo de dez minutos, diariamente. Para a análise de dados, foram plotados gráficos cuja regressão foi ajustada pelo método de mínimos quadrados, no software MATLAB. Assim, com os dados de temperatura máxima, mínima e média no decorrer dos dias de compostagem foi possível identificar as fases da compostagem.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 1 são apresentados os perfis de temperatura máxima, média e mínima ao longo do processo de compostagem.

Figura 1 - Perfil das temperaturas (em °C): a) máximas, b) mínimas; e c) médias.

(continua)

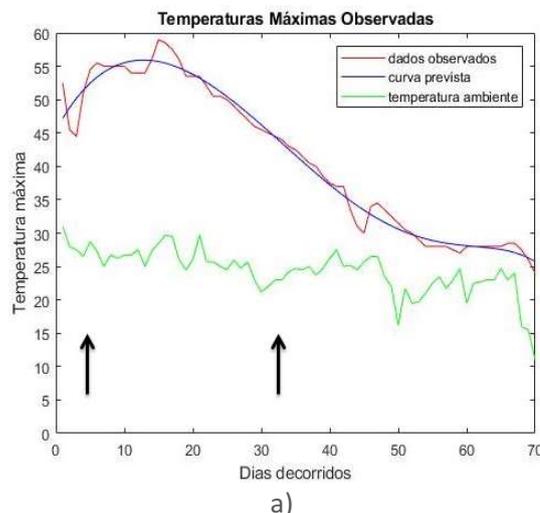
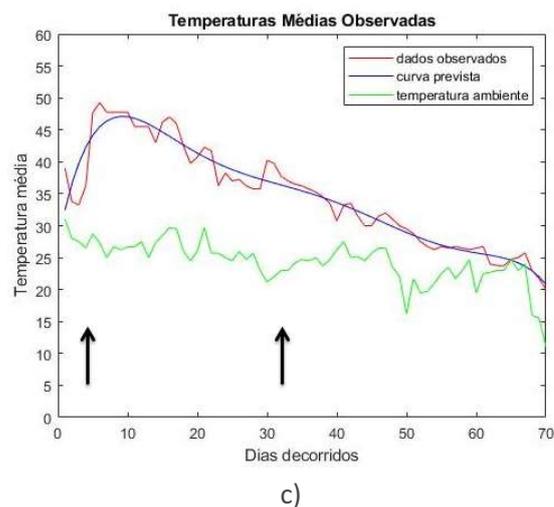
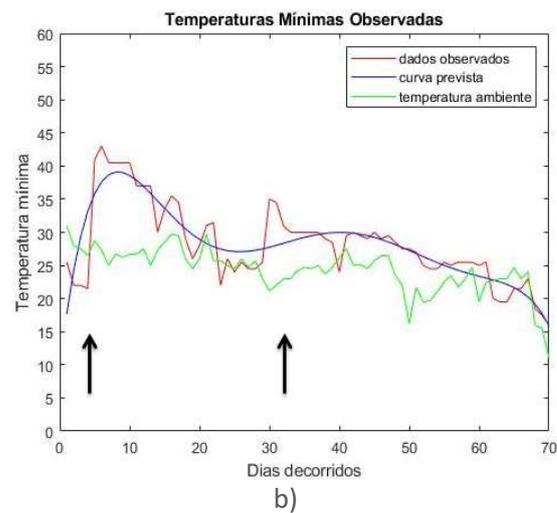


Figura 1 - Perfil das temperaturas (° C) máximas, mínimas e médias, respectivamente. (continuação)



Nota: as setas nos gráficos indicam o início da fase termofílica e de maturação.

Fonte: Autoria Própria, 2020.

Na técnica de compostagem, a temperatura tem fundamental importância por ser o principal indicador de eficiência da degradação dos resíduos. Quanto maior a atividade microbiana, mais intensa se encontra a temperatura (FIALHO, 2007). É desejável observar, no processo, as três fases de temperatura: a inicial, de aquecimento, que é rápida, seguida de uma segunda fase de bioestabilização, com temperaturas elevadas e, em seguida, com temperaturas mais amenas, a fase de humificação/maturação, acompanhada da mineralização de determinados componentes da matéria orgânica, como proposto Kiehl (1998).

Na Figura 1 foi possível observar estas fases. Nota-se que já no segundo dia as temperaturas atingiram valores superiores a 45°C, caracterizando a fase de degradação ativa. Na primeira fase da compostagem é esperada a etapa mesofílica, em que prevalecem temperaturas moderadas (entre 30 e 45°C). Pimenta et al. (2016) ao realizarem a compostagem de resíduos orgânicos de restaurante e podas de árvores, logo no primeiro dia de processo, observaram temperaturas próximas a 50°C e duração de aproximadamente 20 dias. Esta fase inicial, portanto, pode ser muito rápida, difícil até de ser notada, dependendo da

frequência do monitoramento da temperatura. Em seguida, ocorre a proliferação dos microrganismos e conseqüentemente a intensificação da ação de decomposição, liberação de calor e elevação da temperatura, transitando, portanto, para a fase termofílica, observada, na Figura 1, a partir do segundo dia até o trigésimo primeiro dia (TRAUTMANN E OLYNCIW, 2005; INÁCIO, 2009).

Fernandes e Silva (1999) ressaltam que nessa fase a população termófila é extremamente ativa, tendendo à intensa e rápida degradação da matéria orgânica e, desta forma, provocando maior elevação da temperatura. Também há a manutenção da geração de calor e vapor d'água (TRAUTMANN et al., 2005; INÁCIO, 2009), intensa degradação de matéria orgânica pelos microrganismos, alto consumo de oxigênio e nesta etapa pode ocorrer a eliminação de patógenos (SCHALCH et al., 2015).

Moser (2017), que compostou resíduos orgânicos e poda de árvore com biopolímeros produzidos a partir de casca de aveia em reatores de 100L, relatou que a fase termofílica teve duração aproximada de 20 dias. No trabalho de Demétrio et al. (2016) também se realizou a compostagem de resíduos orgânicos alimentícios com podas de árvore e obtiveram como temperatura máxima 44°C, fato atribuído à pequena escala do sistema, que perde calor para o ambiente mais facilmente que em experimentos em grande escala. A temperatura máxima observada neste trabalho foi de 59°C. Segundo Herbets et al. (2005) nesta fase a população microbológica é predominantemente composta por microrganismos termofílicos e grande parte dos substratos são consumidos, ocorrendo, inclusive, a degradação da celulose e da lignina, resultando no aumento da temperatura do meio.

A última fase, nem sempre é perceptível, e depende do tempo de duração do processo de compostagem. Ocorre quando há a produção de um composto maturado, estabilizado e com características diferentes do material de origem. Nesta a degradação se torna mais baixa, há o decaimento da decomposição microbiana e da temperatura (MASSUKADO, 2008). No presente experimento, esta fase se deu, aproximadamente, a partir do dia 32, em que as temperaturas se aproximaram da temperatura ambiente.

CONCLUSÃO

O comportamento da temperatura no presente experimento seguiu os modelos teóricos que relatam as fases da compostagem: a fase de aquecimento teve duração de dois dias, a fase termofílica teve duração de 31 dias e a temperatura máxima observada foi de 59°C. A fase de maturação foi observada a partir de 32 dias do início do processo.

Isso sugere que a presença dos biopolímeros não influenciou este parâmetro. Deste modo, caso biopolímeros fossem utilizados para substituir os polímeros tradicionais em condicionadores primários de resíduos sólidos, em usinas de compostagem não haveria a necessidade de remover os resíduos orgânicos de dentro dos sacos ou sacolas, visto que sua presença, na compostagem, não influenciou no comportamento típico da temperatura e ainda observou-se a degradação dos biopolímeros ao longo do processo (dados não apresentados neste trabalho).

AGRADECIMENTOS

À Universidade Tecnológica Federal do Paraná por conceder a bolsa à primeira autora e pela estrutura para realização do experimento. Ao Departamento de Alimentos da UTFPR Câmpus Londrina pelos biopolímeros produzidos.

REFERÊNCIAS

BRASIL. **Política nacional de resíduos sólidos**. Lei n.º 12.305 de 02 de agosto de 2010.

BERNAL, M.P.; PAREDES, C.; SANCHEZ-MONEDERO, M.A.; CEGARRA, J. **Maturity and stability parameters of composts prepared with a wide range of organic wastes**. Bioresource Technology, Kidlington, v.63, n.1, p.91-9, 1998.

DEMETRIO, L. F. F.; NAKAGAWA, D. H.; PINTO, A. L. de S.; PRESUMIDO, P. H.; BERTOZZI, J.; MICHELS, R. N.; DAL BOSCO, T. C.; PRATES, K. V. M. C. **Compostagem em pequena escala de resíduos sólidos de restaurante universitário associado a poda de árvores**. In: XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS 2016, Poço de Caldas, 2016.

FERNANDES, F.; SILVA, S. M.C. P. da. **Manual prático para a compostagem de biossólidos**. Programa de Pesquisa em Saneamento Básico (PROSAB). Rio de Janeiro: ABES, 91 p., 1999.

FIALHO, L.L. **Caracterização da matéria orgânica em processo de compostagem por métodos convencionais e espectroscópicos**. Tese (Doutorado em Ciências – Química Analítica) – Universidade de São Paulo, São Carlos. 170f. 2007.
HERBETS, R. A.; COELHO, C. R. A.; MILETTI, L. C.; MENDONÇA, M. M. **Compostagem de resíduos sólidos orgânicos: aspectos biotecnológicos**. Revista Saúde e Ambiente. v. 6, n. 1, Junho, 2005.

INÁCIO, C. T.; MILLER, P. R. M. **Compostagem: ciência e prática para a gestão de resíduos orgânicos**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2009.

KIEHL, E.J. **Fertilizantes orgânicos**. Piracicaba. Editora Agronômica Ceres Ltda., 1985. 492p.

KIEHL, E. J. **Manual de compostagem: maturação e qualidade do composto**. Piracicaba, E. J. Kiehl, 1998.

MASSUKADO, L. M. **Desenvolvimento do processo de compostagem em unidade descentralizada e proposta de software livre para o gerenciamento municipal dos resíduos sólidos domiciliares**. 2008. 204 f. Tese (Doutorado em Ciências da Engenharia Ambiental) - Universidade de São Paulo, São Carlos, 2008.

MOSER, R. G. **Efeito da adição de casca de aveia em biopolímeros compostados com resíduos orgânicos e poda de árvores**. 2017. 85 f. Trabalho de Conclusão de Curso - (Bacharelado em Engenharia Ambiental) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Londrina, 2017.

PEREIRA NETO, J. T. **Lixo urbano no Brasil: descaso, poluição irreversível e mortalidade infantil.** Ação Ambiental, Viçosa, p. 8-11, ago./set. 1998.

PIMENTA, A. F.; MARQUES, V. da C.; TAIATELE JUNIOR, I.; Dal BOSCO, T. C.; BERTOZZI, J.; MICHELS, R. N. **Temperatura e redução de massa e volume em processo de compostagem de resíduos orgânicos domiciliares e poda de árvores.** In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AMBIENTAL, 2016, Brasília, 2016.

PRADELLA, J. G. C. **Biopolímeros e intermediários químicos.** Relatório técnico n. 84396-205. Centro de Tecnologia de Processos e Produtos. Laboratório de Biotecnologia Industrial – LBI/CTPP. São Paulo, 2006.

SCHALCH, V.; MASSUKADO, L. M.; BIANCO, C. I. Compostagem. In: NUNES, R.R.; REZENDE, M. O. O. **Recurso solo: propriedades e usos.** São Carlos: Editora Cubo, Cap. 19. P. 633-654, 2015.

TRAUTMANN, N.; OLYNCIW, E. **Compost microorganisms – the phases of composting.** In: Cornell Composting, Science & Engineering. 2005. Disponível em: <http://compost.css.cornell.edu/microorg.html> Acesso em: 25 jul. 2020.