

## DELAY ENTRE A MÁXIMA TEMPERATURA AMBIENTE E A MÁXIMA TEMPERATURA EM PROCESSO DE COMPOSTAGEM DE RESÍDUOS ORGÂNICOS

Basima Abdurahiman<sup>1</sup>

Denise Maki Ota<sup>2</sup>

Ramily Micheleti de A. O. Meneses<sup>3</sup>

Tatiane Cristina Dal Bosco<sup>4</sup>

Roger Nabeyama Michels<sup>5</sup>

**Reaproveitamento, Reutilização e Tratamento de Resíduos (sólidos e líquidos).**

### Resumo

A compostagem consiste na transformação da matéria orgânica em um material mais humificado e, nesse processo, a temperatura é muito importante por interferir na atividade microbiana e ser indicador de eficiência. Neste trabalho objetivou-se analisar a temperatura durante a fase de aquecimento e termofílica de resíduos orgânicos de restaurante com poda de grama, sendo esta mistura acrescida de biopolímeros, de modo a identificar o *delay* existente entre a máxima temperatura observada na composteira e a máxima ambiente. Para isso foi montada uma composteira na estufa agrícola da UTFPR- Campus Londrina com resíduos alimentares provenientes de um restaurante do município de Londrina e as podas coletadas no próprio Campus Universitário, assim como biopolímeros a base de amido de mandioca. O monitoramento da temperatura foi realizado por sensores que coletaram dados a cada 10 minutos. Identificou-se a máxima temperatura diária do ambiente e da composteira e calculou-se o *delay* entre elas. Observou-se haver um comportamento distinto em cada fase da compostagem: percebeu-se um *delay* de 3 horas e 20 minutos na fase de aquecimento. Na fase termofílica a máxima temperatura da composteira ocorreu predominantemente entre às 15h e a da temperatura ambiente às 13h e às 16h15. O intervalo entre as máximas variou de 40 minutos a 10 horas e 15 minutos. Estes resultados demonstram a importância de um planejamento experimental detalhado e que contemple diferentes medidas de temperaturas ao longo do dia, de modo a se observar com precisão o comportamento do processo de compostagem.

Palavras-chave: Arduino; Compostagem; Resíduos Sólidos; Tratamento de Resíduos.

<sup>1</sup>Aluna de graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária, Universidade Tecnológica Federal do Paraná/UTFPR – Campus Londrina, [basimaabdu@gmail.com](mailto:basimaabdu@gmail.com).

<sup>2</sup>Aluna de graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária, Universidade Tecnológica Federal do Paraná/UTFPR – Campus Londrina, [denisemaki28@gmail.com](mailto:denisemaki28@gmail.com).

<sup>3</sup>Aluna de graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária, Universidade Tecnológica Federal do Paraná/UTFPR – Campus Londrina, [ramilymeneses@gmail.com](mailto:ramilymeneses@gmail.com).

<sup>4</sup>Prof. Dra. Universidade Tecnológica Federal do Paraná/UTFPR – Campus Londrina, Departamento de Engenharia Ambiental, [tatiangebosco@utfpr.edu.com](mailto:tatiangebosco@utfpr.edu.com).

<sup>5</sup>Prof. Dr. Universidade Tecnológica Federal do Paraná/UTFPR – Campus Londrina, Departamento de Engenharia Mecânica, [rogernmichels@utfpr.edu.br](mailto:rogernmichels@utfpr.edu.br).

## INTRODUÇÃO

Dentre as preocupações atuais relacionadas ao meio ambiente, pode-se citar a grande quantidade de resíduos provenientes das atividades humanas. ABRELPE (2018) afirma que a geração anual de resíduos sólidos urbanos no Brasil é 78,4 milhões de toneladas. Em meio aos resíduos descartados diariamente, o plástico desperta preocupação especial devido a registros de pesquisas demonstrando sua dominância dentre os tipos de poluentes no ambiente marinho e costeiro (SANTOS et al., 2009).

Os plásticos são materiais formados de macromoléculas, denominados polímeros, que são resistentes à degradação natural, quando descartados no meio ambiente (KIRBAS, 1999). Além disso, mesmo que haja o avanço no processamento e fabricação, utiliza-se fonte não renovável como matéria prima. Chiellini (1998) relata como uma solução a essa problemática, os polímeros biodegradáveis, que ao entrarem em contato com variados tipos de microrganismos degradam-se rapidamente. Desta maneira, este resíduo pode ser tratado junto aos resíduos orgânicos via compostagem.

Segundo Kiehl (2004) a compostagem é um processo de degradação aeróbia, controlada e termofílica, que resulta num produto final mais estável e rico em compostos húmicos. No processo de compostagem, basicamente a temperatura, a aeração, a umidade e a relação C/N são os fatores que mais interferem na atividade microbiana (COSTA et al., 2005). A temperatura atua como indicador de eficiência do processo. Portanto, é necessário o seu monitoramento com frequência. Sistemas de medição baseado na plataforma Arduino vem sendo utilizados por diversos autores, como é o caso de Taiatele Junior (2014), que apontou haver uma diferença temporal de 3 horas entre a temperatura máxima ambiente e a temperatura máxima da composteira, sendo esta informação de grande relevância do ponto de vista metodológico, para nortear pesquisadores a definirem os horários de coleta de dados quando a coleta é manual.

Deste modo, objetivou-se analisar a temperatura durante a fase de aquecimento e termofílica da compostagem de resíduos orgânicos de restaurante com poda de grama, sendo esta mistura acrescida de biopolímeros, de modo a identificar o *delay* existente entre a máxima temperatura ambiente e a máxima temperatura observada na composteira.

## METODOLOGIA

O experimento foi realizado na estufa agrícola da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Londrina, com início em 16 de março de 2020. Foi utilizada uma composteira comercial de 435 litros e os resíduos compostados foram podas de grama 326 L, coletadas na própria Universidade, e restos de alimentos provenientes de um restaurante 109 L do município de Londrina. A composteira foi montada em sete camadas, sendo quatro camadas preenchidas com grama e três camadas com o resíduo orgânico. Durante a montagem adicionou-se 24 amostras de 10 formulações distintas de biopolímeros, totalizando em 240 biopolímeros (produzidos a partir de amido de mandioca, que foram colocados em contato com a camada de resíduos de restaurante).

Para monitorar a temperatura foram inseridos dez sensores (modelo DS18B20), sendo nove deles distribuídos pela composteira e um sensor coletou a temperatura ambiente. Estes sensores foram ligados ao sistema *datalogger* na plataforma Arduino e todos coletaram dados em um intervalo de dez minutos, diariamente. Os dados foram analisados de modo a identificar a temperatura máxima diária da composteira e a temperatura máxima ambiente, para, assim, calcular o *delay*.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 são apresentadas as temperaturas máximas diárias da composteira e a máxima ambiente. Em seguida, determinou-se o *delay* entre estes dois momentos.

Tabela 1- Temperaturas máximas diárias da composteira e do ambiente, horários em que ocorreram e o *delay* entre elas.

Dias após o início da compostagem	T Máx. Ambiente (°C) / Horário	T Máx. Composteira (°C) / Horário	Delay	Dias após o início da compostagem	T Máx. Ambiente (°C) / Horário	T Máx. Composteira (°C) / Horário	Delay
1 dia	37,5/13:00	52,5/12:00	-	17 dias	38,0/13:55	57,5/00:10	10:15
2 dias	34,0/14:00	45,5/14:00	00:00	18 dias	33,0/13:55	56,0/00:05	10:05
3 dias	33,5/12:00	44,5/15:20	03:20	19 dias	34,5/15:05	53,5/00:05	09:00
4 dias	32,0/15:30	51,0/17:45	02:15	20 dias	35,5/14:35	53,5/16:00	01:25
5 dias	36,0/14:50	54,5/18:00	03:10	21 dias	39,0/13:45	53,5/15:15	01:30
6 dias	35,6/13:10	55,5/17:00	03:50	22 dias	31,5/13:45	52,0/13:15	<sup>(a)</sup>
7 dias	35,5/15:30	55,0/16:30	01:00	23 dias	33,0/15:00	50,5/17:31	02:31
8 dias	35,5/14:30	55,0/17:00	02:30	24 dias	33,5/14:30	50,5/15:30	01:00
9 dias	36,5/14:40	55,0/16:20	01:40	25 dias	33,0/15:00	50,0/00:00	09:00
10 dias	29,5/14:20	55,0/15:10	00:50	26 dias	34,5/14:10	49,0/16:10	02:00
11 dias	34,5/14:25	54,0/16:45	02:20	27 dias	33,5/14:30	48,0/15:20	00:50
12 dias	36,5/15:15	54,0/17:05	01:50	28 dias	35,0/15:35	47,0/14:15	<sup>(b)</sup>
13 dias	29,5/14:15	54,0/16:25	02:10	29 dias	29,0/15:20	46,0/16:30	01:10-
14 dias	34,5/13:45	56,0/18:05	04:20	30 dias	30,0/15:05	45,5/16:45	01:40
15 dias	36,5/14:25	59,0/21:00	06:35	31 dias	31,0/14:55	45,0/15:35	00:40
16 dias	38,0/15:10	58,5/00:10	09:00	32 dias	32,5/16:15	44,5/15:45	<sup>(c)</sup>

Nota: “-” expressa que a máxima temperatura da composteira ocorreu antes da máxima temperatura ambiente.

<sup>(a)</sup> A máxima da composteira neste dia permaneceu em 52 ° C das 13h15 às 18h35.

<sup>(b)</sup> A máxima da composteira neste dia permaneceu em 47° C das 14h15 às 17h15.

<sup>(c)</sup> A máxima da composteira neste dia permaneceu em 44,5° C das 15h45 às 20h55.

Fonte: Autoria própria, 2020.

Nota-se, na Tabela 1 que na fase de aquecimento (1-3 dias) o *delay* máximo foi de 3 horas e 20 minutos e as máximas temperaturas, tanto ambiente quanto da composteira ocorreram entre 12h e 15h20. Na fase termofílica (a partir do quarto dia) observou-se que, enquanto a temperatura máxima ambiente ocorreu entre às 13h e às 16h15, a máxima temperatura da composteira se apresentou numa amplitude maior de horário (6,9% entre 13h15 e 14h15; 72,4% entre 15h e 18h15; e 20,7% entre 21h e 00h10). O intervalo entre as máximas (ambiente *versus* composteira) variou de 40 minutos a 10 horas e 15 minutos, sendo frequente intervalos inferiores a 3 horas, observado também por Taiatele (2014).

Segundo Silva et al. (2008) o processo aeróbio acelera a degradação da matéria orgânica resultando no aumento da temperatura nos processos de compostagem. Pela Tabela 1, observou-se que a temperatura ambiente exerce influência na da composteira e esta influência pode variar de acordo com a fase da compostagem. Taiatele (2014) afirmou que este comportamento está relacionado ao tempo que o calor do ambiente leva

a ser irradiado para o interior das leiras, onde os sensores estavam inseridos.

## CONCLUSÕES

Foi possível concluir que o *delay* entre as maiores temperaturas ambiente e as da composteira variam de acordo com a fase da compostagem. Na fase de aquecimento chegou a 3 horas e 20 minutos e na termofílica variaram de 40 minutos a 10 horas e 15 minutos. As temperaturas máximas da composteira ocorrem, predominantemente, entre às 15h e às 18h15. Isso demonstra a importância do planejamento experimental prever a coleta de dados de temperatura em diferentes momentos do dia e com alta frequência.

## REFERÊNCIAS

- ABRELPE. **Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais.** Panorama de Resíduos Sólidos no Brasil 2017. São Paulo: ABRELPE, 2018.
- CHIELLINI, E., CORTI A., ANTONI S.D., BACUIN R., **Polymer Degradation and Stability**, Vol.91, no.3 p.27-39 ,1998.
- COSTA,S., MONICA S. S. de M., COSTA, LUIZ A. de M., SESTAK, MARCELO et al. **Compostagem de resíduos da indústria de desfibrilação de algodão.** Engenharia Agrícola, May/Aug., vol.25,no.2, p.540-548, 2005.
- KIEHL, E.J. (2004) **Manual de compostagem: maturação e qualidade do composto.** 4. ed. Piracicaba: E. J. KIEL. 173 p.
- KIRBAS, Z.; **Biodegradation of polyvinylchloride (PVC) by white rot fungi.** **Bulletin de Environmental Contamination Toxicol.** Vol.63, pp. 335-342.1999.
- SANTOS S. da S. LEAL, M. A. de A.; GUERRA, J. G. M.; PEIXOTO, R. T. dos G.; **Processo de compostagem a partir da mistura entre capim elefante e crotalária.** Seropédica Embrapa Agrobiologia, Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 77, 23 p., 2011.
- SILVA. C. A. Uso de Resíduos Orgânicos na agricultura. In: SANTOS, G. **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais.** 2. ed. Porto Alegre, 2008.
- TAIATELE JUNIOR, Ivan. **Biodegradabilidade de embalagens biodegradáveis e sua compostabilidade com resíduos orgânicos domiciliares.** 2014. 105 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Ambiental) – Coordenação de Engenharia Ambiental, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Londrina, 2014.