
ÁREA TEMÁTICA: RESÍDUOS SÓLIDOS

A alta frequência de coleta de dados de temperatura como indicador de qualidade da compostagem de lodo de laticínio na presença e ausência de cinza de caldeira

Andressa Ferreira Pimenta – drefpimenta@gmail.com

Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR – Campus Londrina. Avenida dos
Pioneiros, 3131 CEP 86036-370

Giovanni Terra Peixoto – gtpeixoto@gmail.com

Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR – Campus Londrina. Avenida dos
Pioneiros, 3131 CEP 86036-370

Marcos Candido da Silva – marcos.1993@alunos.utfpr.edu.br

Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR – Campus Londrina. Avenida dos
Pioneiros, 3131 CEP 86036-370

Tatiane Cristina Dal Bosco – tatianebosco@utfpr.edu.br

Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR – Campus Londrina. Avenida dos
Pioneiros, 3131 CEP 86036-370

Janksyn Bertozzi - janksynbertozzi@utfpr.edu.br

Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR – Campus Londrina. Avenida dos
Pioneiros, 3131 CEP 86036-370

Roger Nabeyama Michels – rogermichels@utfpr.edu.br

Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR – Campus Londrina. Avenida dos
Pioneiros, 3131 CEP 86036-370

Elizabeth Mie Hashimoto - ehashimoto@utfpr.edu.br

Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR – Campus Londrina. Avenida dos
Pioneiros, 3131 CEP 86036-370

1. RESUMO

O tratamento biológico realizado na estação de tratamento de efluentes na indústria de laticínios gera ao final do processo o lodo biológico, que apresenta alto teor de matéria orgânica que se disposto incorretamente, pode causar degradação do meio ambiente. Deste modo, a compostagem é uma técnica utilizada no tratamento de resíduos sólidos orgânicos, que tem o intuito de diminuir significativamente o volume de resíduos durante o processo, tornando-os em um composto rico, e mais assimilável as plantas. O objetivo do trabalho é avaliar as temperaturas decorrentes dos dez primeiros dias de compostagem, sendo analisado a influência de cinza de caldeira na composição residual de leiras. Para realização no monitoramento das temperaturas duas leiras foram montadas, sendo elas: Leira 1, composta por lodo de laticínios (30L), capim (75L) e borra de café (45L); e Leira 2, contendo a mesma composição da Leira 1, porém com adição de cinza de caldeira (15L). As leiras foram montadas ao abrigo de chuva sobre piso impermeável e um sistema de coleta de temperatura automatizado foi instalado, em que cada leira transmitia, via sensor e a cada 15 min., as temperaturas coletadas em três pontos distintos. Ao décimo dia de compostagem, realizou-se a leitura de pH do composto. Ambas as leiras atingiram fase termofílica após o quarto dia de compostagem. A leira com inserção de cinzas atingiu níveis mais altos de temperatura, chegando ao máximo de 54° C no sétimo dia, contra os 47° C atingidos pela leira sem adição de cinzas. Os valores de pH encontrados foram de 7,79 e 8,87, para as Leiras 1 e 2, respectivamente, o que está dentro da faixa considerada ótima para compostagem de acordo com a literatura. Conclui-se que o processo foi eficiente e que a utilização de cinza é favorável pois a mesma fornece nutrientes aos microrganismos, acelerando a atividade microbiana e gerando, conseqüentemente, maior aquecimento no interior da leira.

Palavras-chave: Temperatura, Lodo de Laticínio, Cinza de Caldeira.

2. INTRODUÇÃO/OBJETIVO

A produção agroindustrial no Brasil é de grande porte. De acordo com dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2015), são produzidos no Brasil cerca de 35 bilhões de litros de leite anualmente. Uma indústria de laticínio gera de 0,5 a 2,0 litros de efluente por litro de leite e produz em média 300.000 L de soro por dia, o que polui o equivalente a uma cidade com 150.000 habitantes (SILVA, 2011). O resíduo oriundo da indústria de laticínio é rico em matéria orgânica e quando descartado de maneira incorreta pode degradar o meio ambiente. Uma maneira de reciclar este resíduo de maneira ambientalmente e economicamente viável é a compostagem.

A compostagem é uma técnica de tratamento de resíduos sólidos que promove a estabilização da matéria orgânica e resulta na redução significativa do volume e peso dos resíduos. Dentre as vantagens deste processo, o Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2010) destaca a produção de um composto rico em nutrientes e mais assimilável às plantas, portanto, de interesse agrônomo.

Para que o processo de compostagem aconteça deve-se promover a mistura de pelo menos dois resíduos: um que seja a fonte de carbono e outro a fonte de nitrogênio, em proporções que variam de 30 a 40 partes de carbono para uma parte de nitrogênio. O sucesso do processo depende de fatores como umidade, aeração, tamanho de partículas, pH, microrganismos (KIHIL, 1985; PEREIRA NETO, 1996). Deste modo, ao longo do período de compostagem é importante que sejam monitorados diversos parâmetros físico-químicos, dentre eles, a temperatura.

O objetivo deste trabalho é comparar o comportamento da temperatura de duas leiras de compostagem contendo lodo de laticínios, capim, borra de café, na ausência e presença de cinza de caldeira, a partir de alta frequência de coleta de dados.

3. METODOLOGIA

O experimento foi conduzido na Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Londrina, Brasil, 23°18'32,1" S de latitude, 51°07'00,1" W de longitude e altitude

média de 610 metros. A compostagem ocorreu em ambiente protegido da chuva na casa de vegetação sobre piso concretado. Foram montadas duas leiras – L1 e L2 – contendo, em cada, lodo de laticínios (30L), capim (75L) e borra de café (45L), conforme a estratificação indicada na Figura 1. Em uma delas (L2), foi adicionada cinza de caldeira (15L).

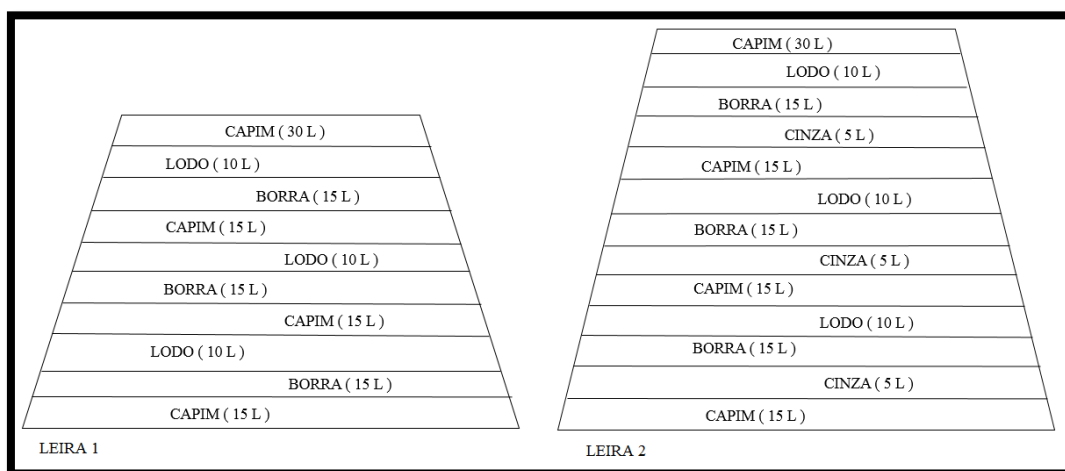


Figura 1 – Composição das leiras de compostagem.

Fonte: Próprios autores.

As leiras foram mantidas nesta estratificação por 5 dias, sendo que no sexto ocorreu o revolvimento, realizado de forma manual, com auxílio de pás e enxadas.

A temperatura foi monitorada por meio de um sistema de coleta automatizada de dados. Foram inseridos, em cada reator, três sensores em pontos distintos, e a coleta de temperatura ocorreu a cada 15 min. Todos os sensores foram ligados a uma placa de arduíno (Figura 2), equipada de 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.

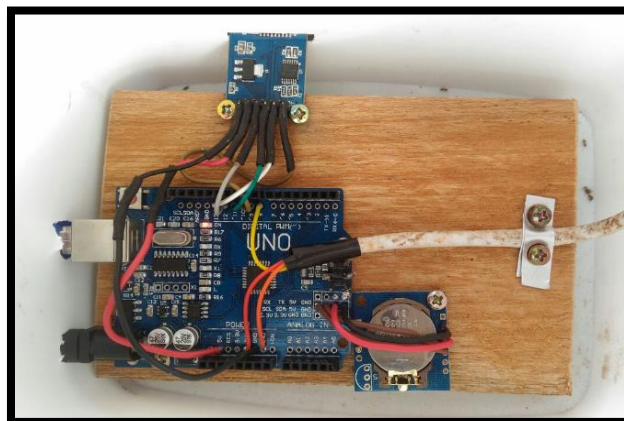


Figura 2 – Arduino.

Fonte: Próprios autores.

O pH foi monitorado após 10 dias de compostagem, a partir de uma amostra de 10 g de composto, dissolvida em 100 mL de água destilada e agitada no shaker por 30 min. Em seguida, manteve-se a solução em repouso por 1 hora e foi medido o pH do sobrenadante com auxílio de um peagâmetro (TEDESCO, 1995).

Realizou-se análise de variância, ao nível de 5% de significância, com os dados médios das temperaturas diárias e as médias foram comparadas entre si pelo teste de Tukey.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1, pode-se observar a análise de variância das temperaturas no decorrer dos 10 primeiros dias de compostagem.

Tabela 1 - Análise de variância das temperaturas durante os primeiros 10 dias de compostagem.

Causa de variação	Grau de liberdade	Soma de quadrado	Quadrado médio	F ₀	p-valor
Leira	1	12051	12051,000	6296,362	0,000
Dia	9	90220	10024,444	5237,535	0,000
Interação	9	1516	168,444	88,008	<0,001
Resíduo	2650	5072	1,914		
Total	2669	108859			
CV=3,21%					

Fonte: Próprios autores.

Na Tabela 1 é possível observar que ao nível de 5% de significância, existe efeito de interação da temperatura entre os dias e a leira. Portanto, o intuito na Tabela 2 é de apresentar o efeito das leiras dentro dos níveis de temperatura de cada dia.

Tabela 2 – Efeito das leiras dentro dos níveis de temperatura de cada dia.

Dia	Leira	TM	ER	Grupo
1	L2	29,049	0,113	A
1	L1	28,583	0,072	B
2	L2	38,056	0,242	A
2	L1	33,272	0,139	B
3	L2	44,421	0,078	A
3	L1	37,683	0,099	B
4	L2	47,701	0,083	A
4	L1	43,405	0,183	A
5	L2	48,734	0,056	A
5	L1	45,416	0,027	B
6	L2	47,53	0,154	A
6	L1	44,333	0,136	B
7	L2	52,539	0,076	A
7	L1	48,179	0,034	B
8	L2	49,825	0,076	A
8	L1	46,244	0,114	B
9	L2	45,91	0,099	A
9	L1	40,212	0,122	B
10	L2	41,385	0,08	A
10	L1	36,276	0,123	B

Nota 1: TM – Temperatura Média; ER – Erro Padrão.

Nota 2: Letras diferentes na mesma coluna indicam diferença estatística, sendo comparado cada tratamento, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

Fonte: Próprios autores.

De acordo com a Tabela 2, pode-se observar que há diferença estatística, a 5% de significância, dos valores das temperaturas médias entre as leiras, nos níveis dos dias, exceto para o quarto dia de compostagem.

A partir da Figura 3, é possível visualizar a variação de temperatura média no decorrer dos 10 primeiros dias de compostagem, e avaliar a temperatura ambiente, para análise comparativa.

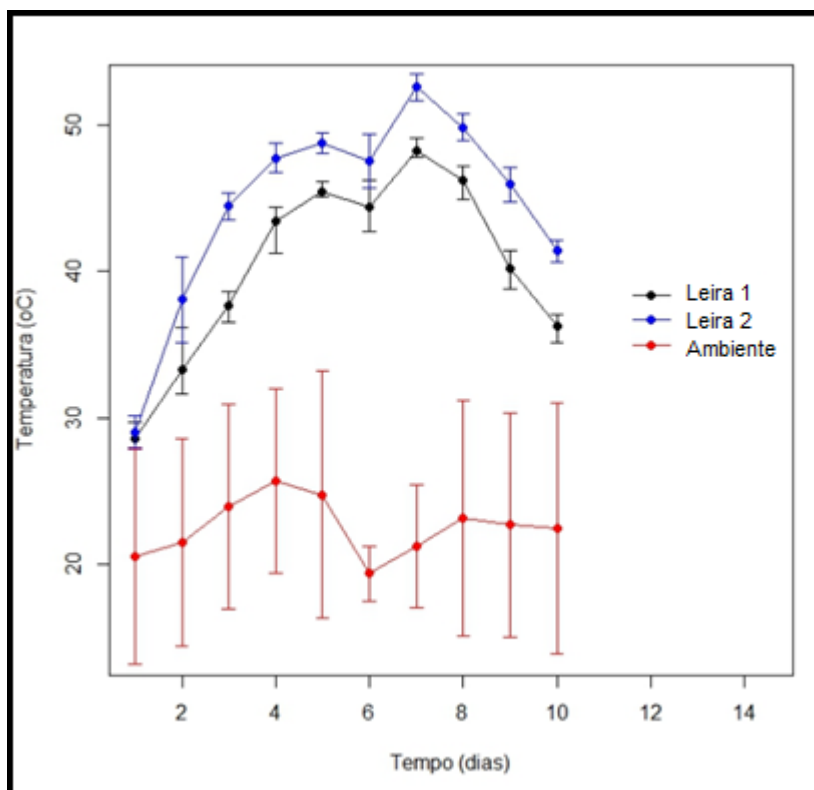


Figura 3: Variação da temperatura ao longo dos 10 primeiros dias de compostagem.
Fonte: Próprios autores.

Analisando a estatística da Tabela 2 e seus respectivos valores traçados na Figura 3, é possível observar as fases da compostagem apresentadas por Fernandes (1999) que afirma que a fase mesofílica ocorre normalmente entre 15 a 45 °C e a fase termofílica ocorre de 45 e 65 °C. Até o terceiro dia, nota-se, portanto, a fase mesofílica e, em seguida a termofílica em ambos os tratamentos. A fase termofílica é de suma importância, pois é nesta fase que ocorre a maior atividade microbiana e os microrganismos patogênicos podem ser eliminados (PEREIRA NETO & STENTIFORD, 1992). Observa-se também que em todos os dias a temperatura das leiras esteve acima da ambiente, apontando a atividade microbiana decorrente do processo. Kiehl (1985) explica que vários fatores podem influenciar na temperatura de uma leira, como umidade, aeração e relação C/N. Avaliando o primeiro dia de revolvimento, que aconteceu no sexto dia de compostagem, é visível que no dia posterior houve um pico de temperatura atingindo cerca de 54°C (L2). Barreira (2005) e Inácio & Miller (2009) explicam que tal comportamento acontece, pois o revolvimento fornece oxigênio ao meio, tornando o ambiente aeróbio, o que propicia plena atividade microbiana. Na comparação entre tratamentos verificou-

se que a cinza de caldeira favorece na atividade microbiana (L2), o que corrobora com as características vistas por Silva (2011), que afirma em seu estudo que a cinza fornece macro e micronutrientes de fundamental importância para o desenvolvimento de um composto rico.

O pH encontrado no resíduo inicial foi 7,79 e 8,87 para L1 e L2, respectivamente. Segundo Pereira Neto (2007), a faixa de pH considerada ótima para o desenvolvimento dos microrganismos responsáveis pela compostagem situa-se entre 4,5 e 9,5, uma vez que a maioria das enzimas se encontram ativas nesta faixa de pH.

5. CONCLUSÕES/RECOMENDAÇÕES

Conclui-se que leiras com a presença de cinza auxiliam na atividade microbiana, o que interfere diretamente no aquecimento da leira, fornecendo subsídios na composição de um composto mais rico nutricionalmente. As leiras atingiram fase termofílica logo nos primeiros dias de compostagem e a aeração é de fundamental importância para uma melhor atividade microbiana.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARREIRA, L. P.; **Avaliação das usinas de compostagem do estado de São Paulo em função da qualidade dos compostos e processos de produção**. 2005. 204f. Tese (Doutorado em Saúde Ambiental) – Universidade São Paulo, São Paulo, 2005.

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). Gestão de resíduos orgânicos. (2010). Disponível em: <http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/residuossolidos/gest%C3%A3o-de-res%C3%ADduos-org%C3%A2nicos>. Acesso em 25 maio 2017.

FERNANDES, P. A. L. **Estudo Comparativo e Avaliação de Diferentes Sistemas de Compostagem de Resíduos Sólidos Urbanos**. Coimbra, 128 p., 1999. Dissertação (Mestrado) - Universidade de Coimbra Faculdade de Ciências e Tecnologia Departamento de Engenharia Civil.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), 2015, Disponível em: http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/84/ppm_2015_v43_br.pdf. Acesso em: 29 maio 2017.

INÁCIO, C. T.; MILLER, P. R. M.; **Compostagem: ciência e prática para gestão de resíduos orgânicos**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2009, 156p.

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

PEREIRA NETO, João Tinoco Manual de compostagem: processo de baixo custo. Universidade de Viçosa. Viçosa. 2007.

PEREIRA NETO, J.T. **Manual de compostagem processo de baixo custo**. Belo Horizonte: UNICEF. 56p. 1996.

PEREIRA NETO, J.T.; STENTIFORD, E.I. Aspectos epidemiológicos da compostagem. **Revista de Biologia**, Uberlândia, v.1, n.1, p.1-6, 1992.

SILVA, D. J. DA. **Resíduos na indústria de laticínios. Série de Gestão Ambiental – Viçosa-MG** (2011). Disponível em: <https://www2.cead.ufv.br/sgal/files/apoio/saibaMais/saibaMais2.pdf>. Acesso: 29 maio 2017.

TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C. A.; BOHNEN, H.; VOLKWEISS, S. J. **Análises de solo, plantas e outros materiais**. 2. Ed. Porto Alegre: Dpto de solos da UFRGS. 1995, 175p.