

COMPOSTAGEM DE RESÍDUOS AGROINDUSTRIAIS UTILIZANDO TECNOLOGIA DE COMPOSTAGEM DE BAIXO CUSTO

Fernando Fernandes⁽¹⁾

Engenheiro civil pela UNICAMP e doutor pelo Instituto Nacional Politécnico de Toulouse (França). Professor adjunto no Centro de Tecnologia e Urbanismo da Universidade Estadual de Londrina.

Sandra Márcia Cesário Pereira da Silva

Engenheira civil pela Universidade de Londrina, mestre em Hidráulica e saneamento pela EESC-USP e doutora pela Escola Politécnica da USP. Professora adjunta no Centro de Tecnologia e Urbanismo da Universidade Estadual de Londrina.



Endereço⁽¹⁾: Universidade Estadual de Londrina - Centro de Tecnologia e Urbanismo Campus Universitário Londrina - Londrina - PR - CP 6001 - CEP: 86051-990 - Brasil - Tel: (043) 371-4455 - Fax: (043) 371-4082 - e-mail: fernando@npd.uel.br.

RESUMO

O trabalho investiga a compostagem de misturas constituídas unicamente por resíduos vegetais ligno-celulósicos provenientes da agroindústria (bagaço de cana-de-açúcar, cascas de café, pedúnculos e epicarpós de algodão).

Utilizando-se a técnica de leiras revolvidas, foi pesquisada a complementação mineral dos resíduos com uréia e superfosfato simples, utilizados rotineiramente na agricultura e que se mostraram eficazes para equilibrar troficamente as misturas.

A acidez da vinhaça, utilizada para umidecer alguns dos experimentos, não afetou o nível de atividade microbiológica dos mesmos. Foi observada queda inicial de pH (4,0), porém houve elevação a níveis próximos da neutralidade, após 2-3 dias. A evolução da temperatura nos experimentos umidificados com vinhaça e com água foram semelhantes.

Para tratar grandes volumes de resíduos foi testado um sistema de aeração em forma de pente, capaz de insuflar ar num volume de aproximadamente 500 m³ de resíduos. Neste caso a fase termófila teve duração de 35 dias, permitindo melhor aproveitamento da área disponível.

PALAVRAS-CHAVE: Compostagem, Resíduos Agroindustriais, Vinhaça.

INTRODUÇÃO

As agroindústrias, normalmente situadas próximas aos centros urbanos, produzem quantidade considerável de resíduos sólidos, que em alguns casos são dispostos em aterros sanitários, reduzindo sua vida útil, ou simplesmente estocados próximos às áreas de produção, sem uma alternativa de destino final definida, o que pode gerar problemas sanitários e ambientais.

Na maioria das vezes estes resíduos podem ser transformados em insumo agrícola e utilizados à proximidade das áreas onde são gerados, o que significa colocar à disposição dos agricultores um condicionador de solo de boa qualidade e baixo custo.

Dentro desta ótica, a compostagem é uma alternativa privilegiada de tratamento, permitindo o co-processamento de vários resíduos (Fernandes et al, 1993), resultando num produto higienizado (Benge et al 1981) e de boas características agronômicas (Viel, 1989).

A partir de resíduos exclusivamente vegetais produzidos por uma cooperativa agrícola de região de Porecatu (noroeste do Paraná) pesquisou-se:

- a) alternativas para a complementação mineral das misturas visando principalmente melhor sua relação C/N.
- b) Possibilidade de co-compostagem de vinhaça.
- c) Teste de uma tecnologia de compostagem de baixo custo para tratar grandes volumes de resíduos.

MATERIAIS E MÉTODOS

Resíduos

O bagaço de cana-de-açúcar é resíduo da destilaria de álcool, apresentando-se na forma de fragmentos finos. Cascas de café, pedúnculos e epicarpós de algodão são resíduos da industrialização destes dois produtos agrícolas. (Tab. 1)

A vinhaça é o efluente da destilaria de álcool, enquanto o resíduo normalmente chamado de torta de filtro é o material retido na filtração do caldo de cana. O bagaço hidrolisado é obtido por tratamento térmico e alta pressão do bagaço de cana, transformando parcialmente a celulose em açúcar.

Tabela 1: Características físico-químicas dos resíduos (% em relação ao peso seco).

Resíduo	pH	% umidade	N %	C%	P%	C/N
Bagaço de cana	3,7	34,9	0,20	47,2	0,107	236
Bagaço hidrolisado	4,1	63,5	0,28	47,2	0,060	168
Resíduo de algodão	7,0	10,8	0,82	45,3	0,116	55
Casca de Café	5,1	10,3	1,16	46,0	0,083	39

Res. filtração	4,0	75,3	1,40	42,5	0,700	30
----------------	-----	------	------	------	-------	----

As misturas foram definidas respeitando-se os parâmetros físico-químicos básicos para a boa atividade microbiológica (aeração, umidade, relação C/N, porosidade).

Análises

A umidade foi determinada pela secagem em estufa a 105° C até peso constante. O teor em elementos minerais foi obtido pesando-se as cinzas produzidas pela calcinação a 800°C durante 5 horas de 5 g da amostra seca e triturada.

Após a calcinação, as cinzas foram dissolvidas em HCl e a solução filtrada em papel Watman nº 2. A solução foi utilizada para a dosagem do fósforo por espectrofotometria ótica e dos cátions por espectrofotometria de absorção atômica.

O pH foi determinado na suspensão de 10 g da mistura e 30 ml de água destilada, após agitação.

O nitrogênio total foi determinado pelo método Kjeldahl, a partir de 2g de amostra seca e triturada. Amostra idêntica foi utilizada para a dosagem do carbono, por oxidação química da matéria orgânica.

Técnica de Compostagem

Na investigação sobre a complementação mineral dos resíduos e uso da vinhaça foi utilizada a técnica de leiras reviradas de 10,0 m de comprimento, 2,0 m de base e 1,8 de altura, com revolvimento mensal.

A tecnologia de baixo custo para tratar volumes maiores em espaços menores foi a de leiras aeradas por um ventilador industrial de 7,97 Hp, capaz de fornecer 49,9 m³/min de ar a uma pressão de 600 mm de coluna de água. O ar conduzido por tubos de aço perfurados de 3" de diâmetro em leiras de forma de tronco de pirâmide de 29,5 m x 6,00 m e 2,9 m de altura.

Temperatura

Nas leiras reviradas foi medida diariamente, escavando-se 30 cm em direção ao centro do leira e introduzindo-se um termômetro de filamento de mercúrio. Nas leiras aeradas foi usada uma sonda de 1,5 m, cravada na massa de resíduos, fazendo-se leituras diárias.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para testar a influência da complementação mineral, no desenvolvimento do processo, foi utilizado a uréia e o superfosfato simples, pois são usualmente utilizados como fertilizantes agrícola.

A tabela 02 mostra a composição a composição das misturas, em 1 g em base seca, utilizada para averiguação de influência da complementação mineral cuja dosagem foi de 501 g de uréia e 50 kg de superfosfato simples por mistura.

Tabela 02: Composição das misturas utilizadas para testar a influência de complementação mineral.

Mistura	Bagaço de Cana (Kg)	Bagaço Hidrolizado (Kg)	Adição Mineral	Relação C/N
1	2512	770	50 kg de uréia 50kg superfosfato simples	40
2	2010	---	50 kg de uréia 50kg superfosfato simples	38
3	2010	---	----	230

Como o bagaço de cana é muito pobre em nutrientes, foi introduzido o bagaço hidrolizado, no experimento 1, como fonte de energia, para observar se a introdução de algum componente energético influenciaria significativamente no desempenho térmico do experimento, já que a hidrólise transforma parte da celulose em açúcar, o que o torna uma fonte de energia facilmente acessível aos microorganismos.

Nos três experimentos foi adicionada vinhaça até o estabelecimento de umidade de aproximadamente de 60%.

A presença do bagaço hidrolizado (experimento) ativou ligeiramente a atividade microbológica, (65 ° C) em relação ao experimento 02 (60° C), contendo apenas bagaço de cana. O desenvolvimento destes experimentos teve desempenho térmico semelhante o que mostra que a uréia e o superfosfato simples foram eficientes para equilibrar a composição mineral das misturas.

As figuras 1, 2 e 3 mostram a evolução da temperatura nos experimentos 1, 2 e 3

Figura 1: Evolução da temperatura no experimento 1.

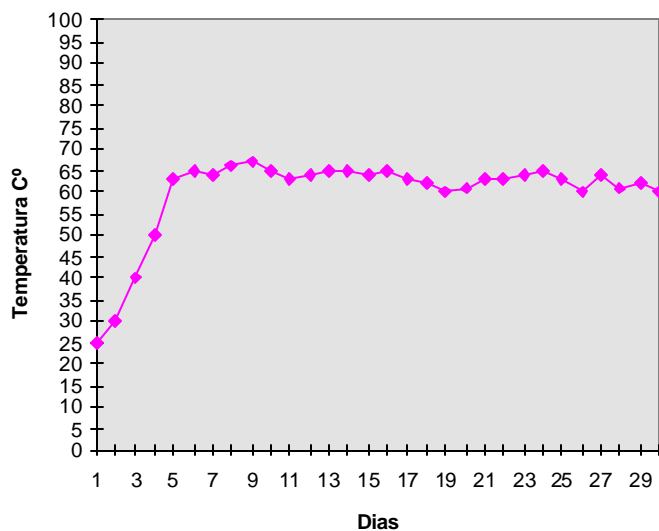


Figura 2: Evolução da temperatura no experimento 2.

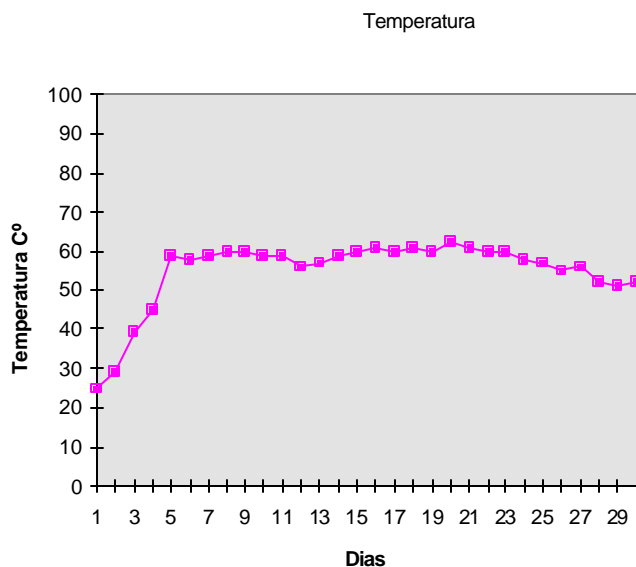
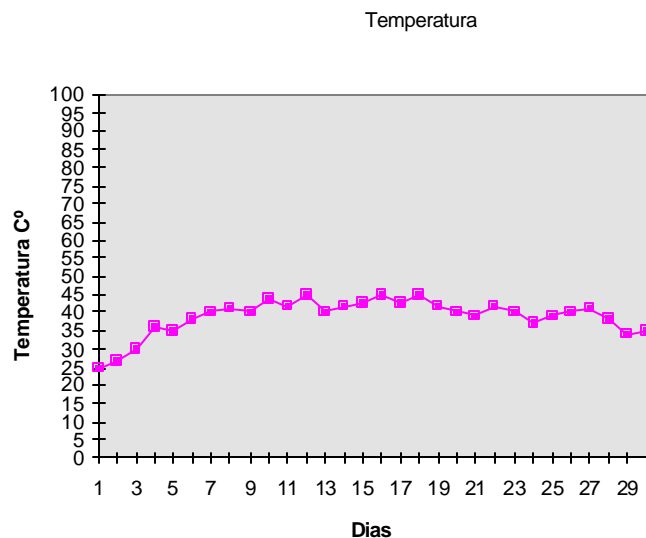


Figura 3: Evolução da temperatura do experimento 3.



Observa-se através da figura 3 que o único experimento que não atingiu o estágio termófilo, foi o que não recebeu a complementação mineral atingindo temperatura da ordem de 40° C.

Nos experimentos 1 e 2 a relação C/N foi diminuindo pela adição de uréia (tabela 2) .

Quanto ao fósforo alguns autores preconizam uma relação N/P variando de 2 a 5 como ideal. Os experimentos estavam abaixo deste limite, o que indica que o superfosfato simples foi uma boa fonte deste nutriente.

Os experimentos 4 e 9 foram montados para avaliar o efeito da vinhaça, utilizada para umedecer os resíduos (Tab. 3) .

Tabela 3: Composição dos experimentos (kg de peso seco) que avaliou efeito da vinhaça da evolução da compostagem.

Mistura	Bagaço de Cana	Res. de Algodão	Cascas de Café	Bagaço Hidrolizado	Agente Umedecedor
4	1306	1039	371	385	H ₂ O
5	1306	1039	371	385	Vinhaça
6	1306	346	371	385	H ₂ O
7	1306	346	371	385	Vinhaça
8	1742	1039	371	385	H ₂ O
9	1742	1039	371	385	Vinhaça

Observou-se que a acidez da vinhaça (pH 3,5) não interferiu de maneira significativa na atividade microbiana aos processos como pode ser visto pela evolução das temperaturas nos experimentos 4 a 9 (Fig. 4 a 9).

Figura 4: Evolução da temperatura no experimento 4.

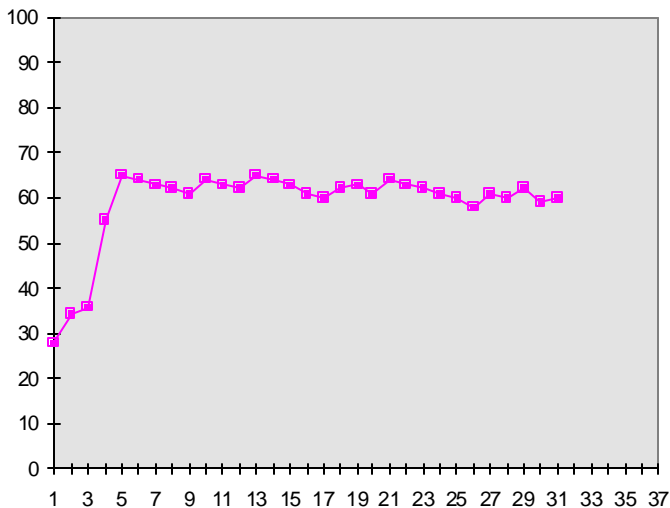


Figura 5: Evolução da temperatura no experimento 5.

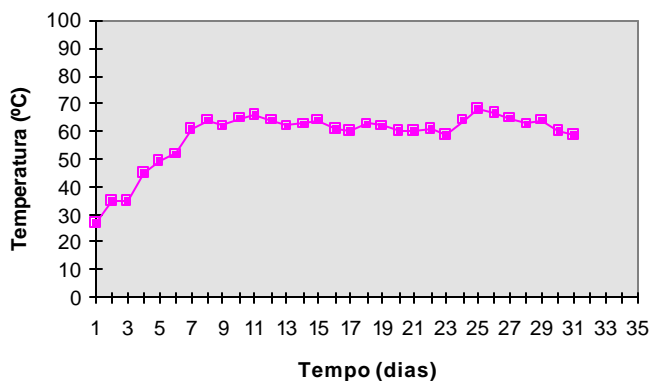


Figura 6: Evolução da temperatura no experimento 6.

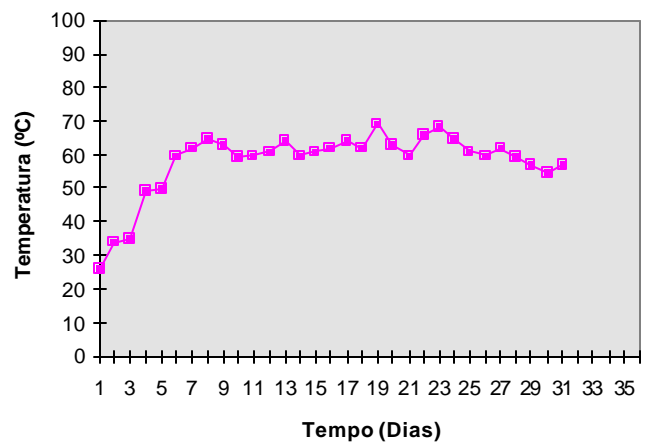


Figura 7: Evolução de temperatura no experimento 7.

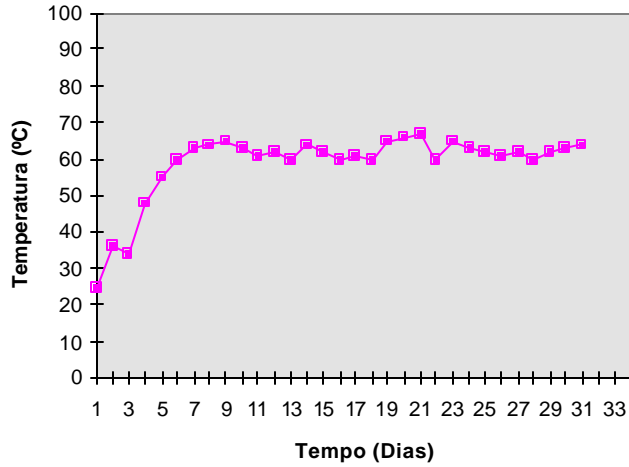


Figura 8: Evolução da temperatura no experimento 8.

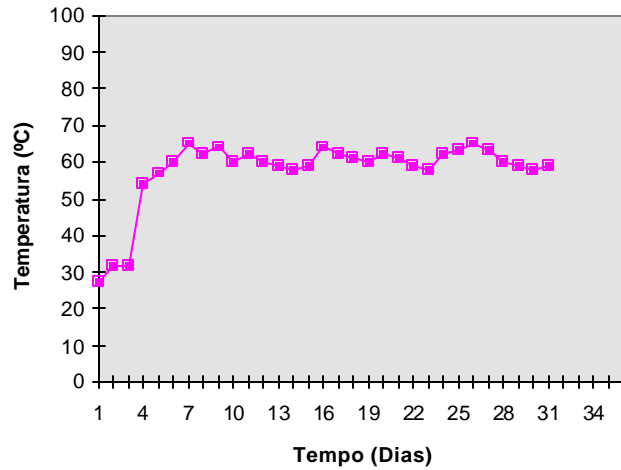
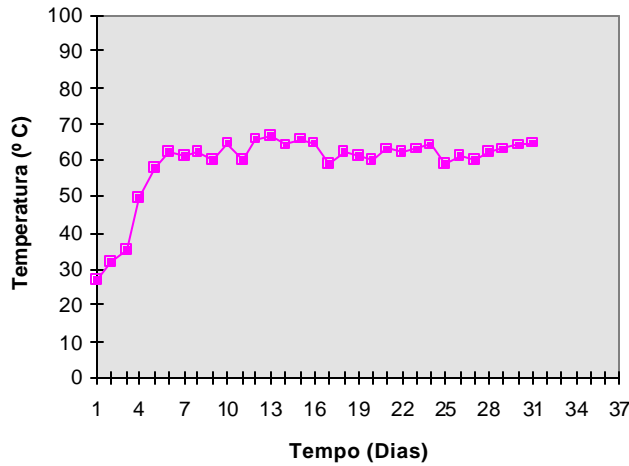


Figura 9: Evolução da temperatura no experimento 9.



As misturas umedecidas com vinhaça iniciaram o processo de compostagem com níveis de pH entre 3,5 e 4,0, o que não inibiu atividade microbológica. Após 2-3 dias o pH apresentou-se próximo à neutralidade, evoluindo de forma praticamente igual às misturas umedecidas com água. Todas as misturas apresentam estágio termófilo semelhante.

Estes resultados mostram que a vinhaça podem ser compostada umidecendo as misturas e fornecendo nutrientes: potássio (15%), cálcio (3,3%) e nitrogênio (1,50%) .

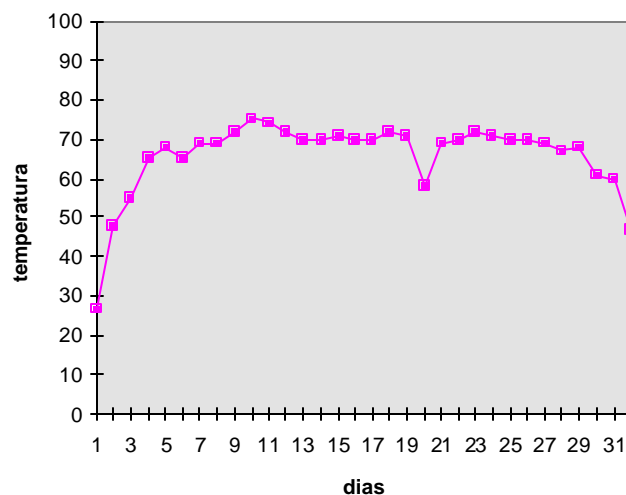
A tecnologia de baixo custo testada para tratar grandes volumes de resíduos foi a de leiras aeradas.

O experimento para instalação de uma tecnologia aerada utilizou um ventilador industrial de 7,97 Hp, capaz de fornecer uma vazão de ar 49,9 m³/min a uma pressão 600 mm de coluna d'água. O ar foi distribuído por uma tubulação em forma de pente, com distâncias entre tubos de 1,5 m e cobrindo um retângulo de 30,0 m x 6,0 m. Os resíduos dispostos nesse retângulo são dados pela Tab. 4, sendo que a leira alcançou 2,9 m de altura.

Tabela 4: Composição do experimento em leira aerada (kg de peso seco).

RESÍDUO	QUANTIDADES
Bagaço de cana	11.256
Res. de filtração	18.224
Res. de algodão	5.621

Mesmo com o funcionamento ininterrupto do aerador durante toda a fase termófila, as temperaturas médias observadas a 1,5 m de profundidade a contar da superfície da leira foram elevadas (Fig. 10). Após 30 dias em fase termófila, a temperatura diminuiu rapidamente chegando a 50°C após 38 dias.

Figura 10: Evolução da temperatura na leira aerada.

CONCLUSÕES

Os resultados apresentados neste trabalho abrem perspectivas para compostagem de baixo custo de resíduos vegetais de baixo teor de nutrientes, co-processando um efluente líquido (vinhaça), que além de seu interesse em nutrientes minerais, resolve de maneira econômica o problema da incorporação da água necessária ao processo de compostagem, já que os resíduos vegetais estudados se apresentam com teor de umidade muito baixo do ideal para a atividade microbiológica.

O sistema de aeração utilizado permitiu reduzir a duração da fase termófila para 35 dias e otimizar o uso do espaço disponível.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Fernandes, F.; Pierro, A.C.; Yamamoto, R. Y. Produção de fertilizante orgânico por compostagem do lodo gerado por estações de tratamento de esgoto. *Pesq. agropec. bras.*, v. 28, nº 5, p. 567-574, maio 1993.
2. Burge, W.D.; Collacicco, D.; Cramer, W.N. Critério for achieving pathogen destruction during composting. *Journal of Water Pollution Control*, V. 53, nº 12, p. 1683-1689, 1981.
3. Viel, M. Controle et valorisation de la thermogénèse au cours de la biodegradation aerobique de déchets agro-industriels et urbains à teneurs variables en grosses. Toulouse: Instituto Nacional Politecnico de Toulouse, 1989, 166 p. Tese de doutoramento.