

## **AVALIAÇÃO DO PROCESSO DE COMPOSTAGEM DE DEJETOS DE BOVINOS LEITEIROS**

**JULIANA BEGA JUNQUEIRA<sup>1</sup>, MAX TERNERO CANGANI<sup>2</sup>, NATACHA COLOMBO NEVES DO AMARAL<sup>3</sup>, ROBSON RONDINI<sup>4</sup>, JORGE DE LUCAS JUNIOR<sup>5</sup>**

<sup>1</sup>Zootecnista, Doutoranda em Zootecnia, FCAV Unesp - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - Unesp (Via de Acesso Prof. Paulo Donato Castellane s/n 14884-900 - Jaboticabal, SP), fone: (16) 981189614, e-mail: jubega@hotmail.com

<sup>2</sup>Zootecnista, Doutorando em Zootecnia, FCAV Unesp - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Campus de Jaboticabal

<sup>3</sup>Graduanda em Agronomia, FCAV Unesp - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Campus de Jaboticabal

<sup>4</sup>Graduando em Tecnologia em biocombustíveis, Fatec Jaboticabal

<sup>5</sup>Professor Titular do Depto de Engenharia Rural da FCAV Unesp - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Campus de Jaboticabal, jlucas@fcav.unesp.br

Apresentado no  
XLIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2014  
27 a 31 de julho de 2014- Campo Grande- MS, Brasil

**RESUMO:** Objetivou-se avaliar a eficiência do processo de compostagem no tratamento e reciclagem dos resíduos gerados por bovinos leiteiros. O trabalho foi realizado na FCAV/Unesp Jaboticabal, os dejetos utilizados foram coletados no setor de bovinocultura leiteira. Utilizou-se um pátio com piso de concreto, declividade de 2% para escoamento do chorume. O dejetos colhido foi destinado à confecção de quatro leiras de compostagem de aproximadamente 1000 kg cada. Foram monitorados temperatura, peso, teores de ST e volume ocupado pelas leiras semanalmente. Também foram determinados os teores de nutrientes do composto. Observou-se que a temperatura permaneceu acima dos 40°C durante os 30 primeiros dias da compostagem, sendo que o pico de 70°C foi atingido no quarto dia de enleiramento. Quanto aos teores de nutrientes, exceto o nitrogênio, os demais nutrientes avaliados apresentaram concentração ao final do processo. Os dejetos de bovino leiteiro demonstraram ser bons substratos para o desenvolvimento do processo de compostagem. Em todos os parâmetros avaliados foram observados resultados positivos, como elevada concentração de nutrientes nos produtos finais.

**PALAVRAS-CHAVE:** adubo orgânico, composto, eficiência de degradação

### **EVALUATION THE PROCESS OF COMPOSTING MANURE OF DAIRY CATTLE**

**ABSTRACT:** Aimed to evaluate the efficiency of the composting process in the treatment and recycling of waste generated by dairy cattle. The study was conducted at FCAV/UNESP Jaboticabal, the waste used were collected in the dairy cattle section. We used a patio with concrete floor, declivity of 2% for the disposal of manure. The manure was collected for the manufacture four composting windrows of approximately 1000 pounds each. Temperature, weight, levels of ST and volume occupied by the piles were monitored weekly. Were analyzed also the nutrient concentration of the compost. It was observed that the temperature remained above 40°C during the first 30 days of composting, in the peak of 70°C was reached

on day four windrowing. For extractable nutrients except nitrogen, other nutrients showed high concentration at the end of the process. Effluent from dairy cattle have proved to be good substrates for the development of the composting process. In all parameters positive results, the high concentration of nutrients in the final products were observed.

**KEYWORDS:** organic fertilizer, compost, degradation efficiency

## INTRODUÇÃO

O processo de compostagem tem sido utilizado como alternativa para a disposição ambientalmente correta de resíduos provenientes de diferentes atividades agropecuárias. Em virtude da preocupação ambiental quanto ao descarte dos dejetos, a procura por técnicas de processamento do resíduo tem aumentado nos últimos anos.

O uso da compostagem no tratamento dos resíduos vem ganhando bastante destaque, pois além de contribuir para a preservação do ambiente, possibilita a comercialização do produto final, agregando valor à produção. GOMEZ (1998) ressaltou alguns dos benefícios do processo de compostagem: reciclagem dos elementos com interesse agrônômico, redução do volume inicial de resíduos, degradação de substâncias tóxicas e/ou patógenos e produção de energia de forma mais disponível.

O processo de compostagem consiste na disposição de materiais orgânicos de origem vegetal ou animal em camadas, de modo a acelerar a decomposição, por meio da ação de microrganismos e enzimas. Como produto final, gera-se um material de cor escura, denominado composto. CARVALHO *et al.* (2001) definem o processo de compostagem como sendo a bio-oxidação exotérmica, aeróbia, de um substrato orgânico sólido e heterogêneo, gerando como produto final água, gás carbônico e matéria orgânica que se estabiliza após a maturação. A compostagem deve incluir uma fase termofílica (45 - 65 °C), quando será maximizada a atividade microbiológica de degradação e higienização (1º fase do processo), e a fase de maturação ou cura, quando ocorrem a humificação e a produção do composto propriamente dito que é a 2º fase do processo (PEREIRA NETO e STENTIFORD, 1992).

A decomposição do material orgânico é diferenciada segundo as características físicas, químicas e biológicas dos seus diversos componentes. Os açúcares, amidos e proteínas simples, são decompostos primeiro; a seguir, há a decomposição da proteína bruta e da hemicelulose. Outros componentes, como a celulose, a lignina e as gorduras, são mais resistentes podendo, com o tempo, dar origem às substâncias orgânicas de estrutura química mais complexa, genericamente denominadas húmus (MIYASAKA *et al.*, 1983 e IGUE, 1984).

Durante a compostagem há uma sucessão de predominância de microrganismos, conforme a influência de fatores como substância química da matéria-prima que está sendo digerida com maior intensidade, teor de umidade, disponibilidade de oxigênio, temperatura, relação carbono:nitrogênio (relação C/N) e pH. Certos organismos multiplicam-se mais rapidamente, quando predomina no meio a substância química responsável pelo aumento de sua população, alterando-se alguns dos fatores citados, tais organismos vão morrendo e cedendo lugar para uma nova e diferente população, a qual passará a dominar a massa (KIEHL, 1985).

Segundo KIEHL (1985), o tempo necessário para promover a compostagem de resíduos orgânicos depende da relação C/N, do teor de nitrogênio da matéria-prima, das dimensões das partículas, da aeração e do número e frequência dos revolvimentos.

A compostagem traz a vantagem de ser um processo de tratamento de resíduos de grande flexibilidade operacional, combinando eficiência e baixo custo em um só sistema.

Dessa forma objetivou-se avaliar a eficiência do processo de compostagem no tratamento e reciclagem dos resíduos gerados por bovinos leiteiros.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O trabalho foi realizado no Laboratório de Digestão Anaeróbia do Departamento de Engenharia Rural, utilizando-se os dejetos gerados no Setor de Bovinocultura de Leite, ambos pertencentes à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, da Universidade Estadual Paulista / Unesp – Campus de Jaboticabal, situado nas coordenadas geográficas: 21°14'05" S; 48°17'09" W e altitude média de 613,68 metros.

O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é Aw com transição para Cwa. De acordo com as normais (1971-2000) observadas em Jaboticabal, o clima caracteriza-se por ser subtropical úmido, seco no inverno e com chuvas no verão, com precipitação anual de 1.424,6 mm, temperatura média anual de 22,2°C e umidade relativa média anual de 70,8%.

O dejetos utilizado foi de vacas da raça Holandesa retirado das baias por raspagem e acumulados em corredor de escoamento de piso não revestido, até o peso pretendido. O material colhido foi transportado ao Departamento de Engenharia Rural e destinado à confecção de quatro leiras de compostagem, em que a média de peso foi de 1056 kg na matéria natural e 402 kg de ST, com volume de 875 litros. O processo foi conduzido em um pátio com piso de concreto, declividade de 2% para escoamento de chorume.

Os dejetos foram inicialmente pesados em balança digital para obtenção do volume inicial. Este procedimento se deu a cada quinze dias para proporcionar a obtenção de equações representativas das reduções de peso e volume da leira durante o processo.

Após o enleiramento dos dejetos, efetuaram-se revolvimentos semanais seguidos de amostragem de material, monitorando-se diariamente a temperatura da leira em seis pontos, com auxílio de termômetro de haste longa, em diferentes profundidades. Monitorou-se também, a temperatura ambiente no pátio de compostagem.

Os teores de ST das amostras colhidas durante o processo de compostagem foram determinados de acordo com método descrito por APHA (2005). Para a quantificação dos minerais, as amostras colhidas durante o desenvolvimento do experimento foram pré-secadas à 60° C, em estufa de circulação forçada de ar, por 48 horas. A seguir foram finamente moídas, em moinho de facas, e então utilizadas para a digestão da matéria orgânica. Com o extrato obtido da digestão sulfúrica foi possível efetuar a determinação dos teores de Nitrogênio, Fósforo, Potássio, Cálcio, Magnésio, Sódio, Ferro, Cobre, Zinco e Manganês, segundo BATAGLIA *et al.* (1983).

O nitrogênio foi determinado conforme método descrito por SILVA e QUEIROZ (2002). Os teores de fósforo foram determinados pelo método colorimétrico utilizando-se espectrofotômetro HACH modelo DR-2000. O método baseia-se na formação de um composto amarelo do sistema vanadomolibdofosfórico em acidez de 0,2 a 1,6 N, em que a cor desenvolvida é medida em espectrofotômetro, determinando-se assim a concentração de fósforo das amostras, por meio da utilização de uma reta padrão traçada previamente a partir de concentrações conhecidas, com padrões de concentrações entre 0 e 52 mg de P/mL. Estes padrões foram preparados conforme método descrito por MALAVOLTA (1989). As concentrações de K, Ca, Mg Na, Fe, Cu, Zn e Mn foram determinadas em espectrofotômetro de absorção atômica modelo GBC 932 AA.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Os resultados referentes a temperatura ao longo do processo de compostagem estão representados na Figura 1. Este parâmetro é considerado fator determinante na eficiência do

processo no que tange a redução das características poluentes do resíduo e por isso tradicionalmente utilizada como indicador da performance do processo de compostagem.

Observa-se que a temperatura permaneceu acima dos 40°C durante os 30 primeiros dias da compostagem, sendo que o pico de 70°C foi atingido no quarto dia de enleiramento. Este comportamento pode ser considerado de fundamental importância no tratamento dos resíduos, pois a fase termofílica é responsável pela diminuição e/ou eliminação dos patógenos e também por tornar compostos menos degradáveis mais susceptíveis ao ataque pelos microrganismos. Independente do material utilizado como substrato para o processo de compostagem, a US EPA (citado por LAU, *et al.*, 1992) recomenda que a temperatura no interior da leira atinja, no mínimo, 55°C e mantenha-se nesta faixa por pelo menos 3 dias consecutivos para que o número de patógenos atinja níveis aceitáveis, permitindo a aplicação no solo. Por essa razão, a temperatura deve ser acompanhada durante todo o processo de compostagem.

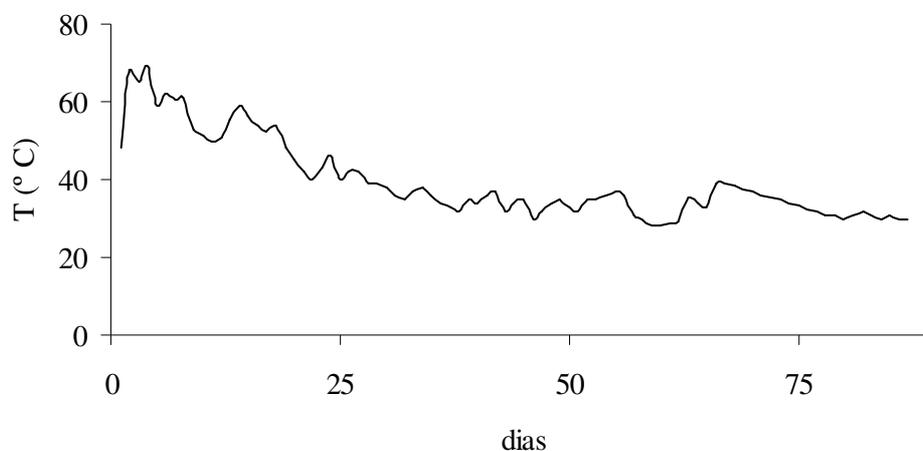


FIGURA 1. Médias das temperaturas (°C) diárias das leiras de compostagem dos dejetos vacas leiteiras da raça Holandesa.

As figuras 2 e 3 mostram as reduções de volume e de sólidos totais durante a compostagem dos dejetos de vacas leiteiras da raça Holandesa. As reduções de volume e sólidos totais das leiras de compostagem apresentaram o mesmo comportamento quadrático, visto que uma variável está diretamente correlacionada a outra, pois a perda de massa seca é demonstrada pela redução do volume ocupado pela leira.

A maioria dos pesquisadores tem mostrado que a decomposição do material orgânico é caracterizada por uma fase de decomposição rápida, seguida de uma fase de decomposição lenta, podendo ser descrita por modelos exponenciais (IGUE, 1984 e PAUL & CLARK, 1996). Desta forma, a relação entre a quantidade de material orgânico remanescente,  $X$ , após um período de tempo,  $t$ , e o material orgânico inicial,  $X_0$ , pode ser apresentada, como:  $X = X_0 \cdot e^{-K \cdot t}$ . Os valores da constante de decomposição,  $K$ , que dão idéia da rapidez de decomposição do resíduo orgânico variam, segundo IGUE (1984), de  $0,025 \text{ ano}^{-1}$  (vegetação de *Pinus* em Serra Nevada, EUA) a  $4,0 \text{ ano}^{-1}$  (florestas tropicais).

Segundo PEIXOTO (1988), a redução do volume das leiras durante a compostagem pode variar em torno de 50 a 70% do volume inicial, sendo que os valores variam conforme o tipo e quantidade dos resíduos utilizados.

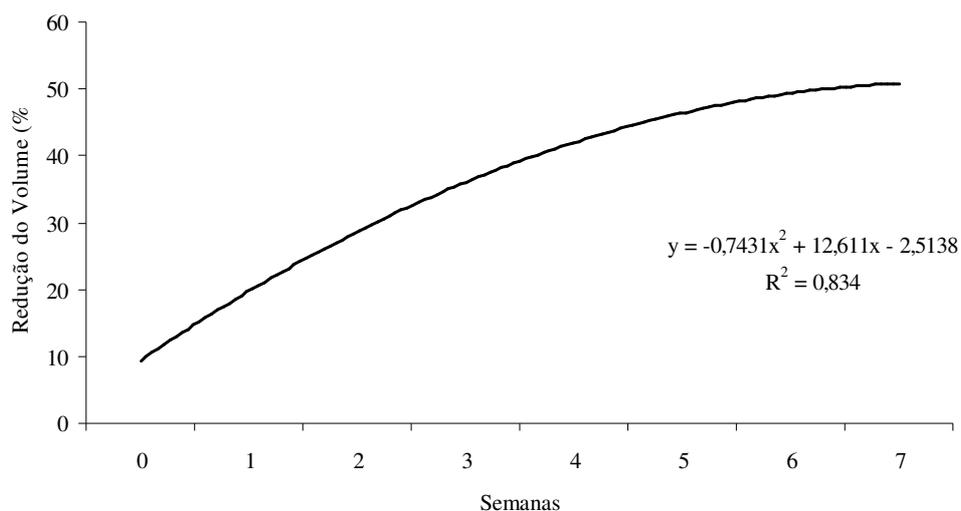


FIGURA 2. Redução do volume durante a compostagem dos dejetos gerados por vacas leiteiras da raça Holandesa

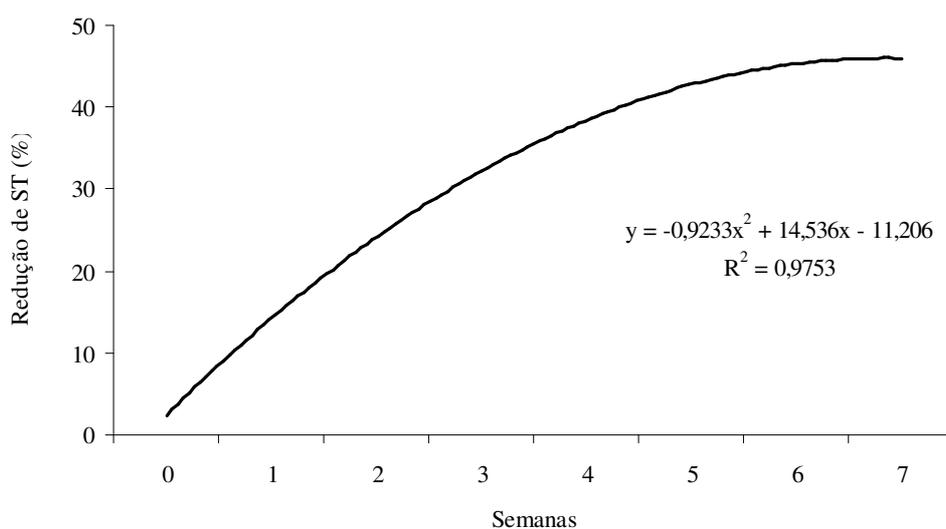


FIGURA 3. Redução de ST durante a compostagem dos dejetos gerados por vacas leiteiras da raça Holandesa

Em estudo realizado por ORRICO JR *et al.* (2003), utilizando-se como substrato para compostagem resíduos provenientes de granjas leiteiras, os autores observaram tendência quadrática de reduções de volume. No entanto, AMORIM (2002) avaliou a redução de volume em leiras formadas com dejetos de cabras e conduzidas durante as quatro estações do ano e constatou reduções lineares nos volumes ocupados pelas leiras.

Como a liberação de área durante o processo de compostagem ocorre em função da redução do volume das leiras, a equação gerada pode auxiliar no dimensionamento do pátio, visando maximização de espaço e economia de área construída.

Estão apresentados na Tabela 1 as variações nas concentrações de nutrientes após o processo de compostagem de dejetos de vacas leiteiras da raça Holandesa. Observa-se que, exceto o nitrogênio, os demais nutrientes avaliados apresentaram aumento nos teores ao final

do processo. Esse incremento é devido a redução da matéria orgânica (perda de C) pela ação dos microrganismos, favorecendo a concentração dos outros nutrientes. Além disso, certos cuidados foram adotados durante a compostagem para evitar a perda de nutrientes. As leiras foram cobertas em dias de chuva e a umidade foi rigorosamente controlada, evitando a formação de chorume.

TABELA 1. Médias dos teores de nutrientes encontrados no início e final do período de compostagem de dejetos de vacas leiteiras da raça Holandesa.

Amostra	N	P	K	Ca	Mg	Na	Cu	Fe	Mn	Zn
	-----g/100g-----						-----mg/kg-----			
Início	2,9	1,57	1,98	3,56	0,49	92	32	105	187	141
Final	1,78	2,21	2,55	4,21	1,29	127	78	289	213	231
(%) Variação	-38,6	40,8	28,8	18,3	163,3	38,0	143,8	175,2	13,9	63,8

Quanto a perda de nitrogênio, KIEHL (1985) afirma ser normal acontecer, caso a temperatura ultrapasse 60°C ou ocorra anaerobiose no interior da leira e de carbono pelo processo de respiração dos microrganismos formando CO<sub>2</sub>.

## CONCLUSÕES

Os dejetos de vacas leiteiras da raça Holandesa demonstraram ser bons substratos para o desenvolvimento dos processos de compostagem. Em todos os parâmetros avaliados foram observados resultados positivos, como elevada concentração de nutrientes nos produtos finais.

O composto gerado apresentou qualidade apropriada para utilização na adubação de culturas vegetais, ou comercialização como fonte de composto orgânico.

A redução do volume enleirado evidenciou a necessidade de planejamento para otimizar o espaço utilizado nos processos de compostagem.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo – FAPESP e a Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - FCAV Unesp Jaboticabal.

## REFERÊNCIAS

APHA - American Public Health Association. Standard methods for the examination of water and wastewater. 19<sup>th</sup> ed. Washington, 2005.

AMORIM, A. C. Caracterização dos dejetos de caprinos: reciclagem energética e de nutrientes. 2002. 113 f. Dissertação (Mestrado em Produção Animal). Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2002.

BATAGLIA, O. G. *et.al.* Métodos de análises químicas de plantas. Campinas: Instituto Agrônomo, 1983. 48p. (Boletim Técnico)

CARVALHO, D. D. de; MATHEW, C.; HODGSON, J. Comportamento de florescimento em cultivares de P. Paximum, Mombaça e Tanzânia, sob duas alturas de desfolhação. In: Reunião anual da sociedade brasileira de zootecnia, 41., Campo Grande. Anais... Campo Grande: SBZ,

2001. CD-ROM.

EMBRAPA: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Seminário Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. Brasília: EMBRAPA, 2006. 306p.

GOMEZ, A. The evaluation of compost quality. Trends in analytical chemistry, v. 17, p. 310-314, 1998.

IGUE, K. Dinâmica da matéria orgânica e seus efeitos nas propriedades do solo. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE A ADUBAÇÃO VERDE, 1983, Rio de Janeiro. Anais... Campinas: Fundação Cargill, 1984. p.232-67.

KIEHL, E. J. Fertilizantes orgânicos. São Paulo: Agronômica Ceres, 1985. 492p.

LAU, A. K. et al. Aeration experiments for swine waste composting. Bioresource Technology, Oxford, v. 41, n. 2, p. 145-152. 1992.

MALAVOLTA, E. et al. Micronutrientes, uma visão geral. In: FERREIRA, M.E.; CRUZ, M. C. Micronutrientes na Agricultura. Piracicaba: POTAFOS / CNPq, 1989. p. 1-33.

MIYASAKA, S.; CAMARGO, O.A.; CAVALERI, P.A. Adubação orgânica, adubação verde e rotação de culturas no Estado de São Paulo. Campinas, 1983. 138p.

PAUL, E. A.; CLARK, F. E. Soil microbiology and biochemistry. San Diego: Academic Press, 1996. 340p.

PEIXOTO, E. T. G. Compostagem: opção para o manejo orgânico do solo. Londrina: IAPAR, 1988. 48p. (Circular, 57).

ORRICO JR., M. A. P., AMORIM, A. C., LUCAS JR., J. Compostagem e vermicompostagem de dejetos de vacas leiteiras. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 32, 2003, Goiânia, GO. Anais... Goiânia: CONBEA, 2003. Disponível em Cd-rom.

PEREIRA NETO, J. T., STENTIFORD, E. I. Aspectos epidemiológicos da compostagem. Rev. Bio., v.1, n. 1, p. 1-6, 1992.

SILVA, D.J; QUEIROZ, A. C. Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos. Viçosa: Editora Universitária, 2002. 235p.