

## Tratamento orgânico dos resíduos de um frigorífico

Marcela de Felício MOREIRA<sup>1\*</sup>; Priscila Ribeiro dos SANTOS<sup>2\*</sup>; Maria Cristina RIZK<sup>3\*</sup>

### Resumo

O segmento agroindustrial contribui sistematicamente para a geração de elevadas quantidades de resíduos sólidos e líquidos, produzidos desde a extração da matéria-prima até as etapas do processo industrial. Dentre os resíduos sólidos, o resíduo ruminal e as cinzas de caldeira podem gerar grande impacto ambiental se não tratados e dispostos de forma adequada. Assim, o trabalho apresenta como objetivo estudar o processo de compostagem do resíduo ruminal bovino misturado com cinzas de caldeira, pelo sistema de pilhas aeradas por revolvimento manual. Foi estudada a proporção da leira de 50% resíduo ruminal e 50% cinzas, no qual os parâmetros monitorados durante 60 dias foram: pH, umidade, carbono orgânico, nitrogênio Kjeldahl e relação C/N. Os resultados foram satisfatórios para os parâmetros: pH, umidade e carbono orgânico.

**Palavras-Chave:** Resíduo rumina, cinzas de caldeira, compostagem.

### Abstract

The agroindustrial segment contributes systematically to the generation of huge quantities of solids and liquids wastes, which are produced in the industrial process. Among the solid wastes, the bovine ruminal waste and boiler ash can lead to a large environmental impact when not treated and properly disposed. So, the aim of the present work was to study the treatment of bovine ruminal waste mixed with boiler ash by the composting process, using the method of manually aerated pile. It was studied the pile in proportion of 50% ruminal waste and 50% ash, and the monitored parameters during 60 days were: pH, moisture, organic carbon, Kjeldahl nitrogen and C/N ratio. Satisfactory results were obtained for the following parameters: pH, moisture and organic carbon.

**Keywords:** Ruminal waste, boiler ash, composting.

## 1. Introdução

O segmento industrial da cadeia produtiva de carne bovina contribui significativamente para a geração de resíduos sólidos, como o resíduo ruminal. Esse resíduo deve receber tratamento específico para que possa ser disposto sem riscos de contaminação ou degradação do ambiente.

---

<sup>1\*</sup> Graduanda em Engenharia Ambiental pela Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – Faculdade de Ciências e Tecnologia, campus de Presidente Prudente, Departamento de Planejamento, Urbanismo e Ambiente, marcela\_ic@hotmail.com

<sup>2\*</sup> Graduanda em Engenharia Ambiental pela Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – Faculdade de Ciências e Tecnologia, campus de Presidente Prudente, Departamento de Planejamento, Urbanismo e Ambiente, priscila\_rizk@hotmail.com

<sup>3\*</sup> Professor Assistente Doutor da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – Faculdade de Ciências e Tecnologia, campus de Presidente Prudente, Departamento de Planejamento, Urbanismo e Ambiente, crisrizk@fct.unesp.br

O rúmen é um dos resíduos de maior relevância gerados em frigoríficos e que requer especial atenção ao que se refere ao seu gerenciamento, devido à elevada umidade do material e a dificuldade de destino do mesmo (ROSA, 2009). Visto que a destinação inadequada, sem que se conheçam suas características físico-químicas, pode levar a alterações das características dos solos e a outras degradações ambientais (TRAUTMANN-MACHADO *et al.*, 2009).

Já a utilização das cinzas de caldeira na agricultura é ecologicamente viável e economicamente interessante, justamente pela sua capacidade de retenção de umidade e de correção da acidez (BRUNELLI e PISANI JUNIOR, 2006).

Porém, a disposição da cinza de caldeira como material de descarte em áreas agrícolas não é autorizada pelas agências ambientais do Brasil e assim há necessidade de estudos que subsidiem as decisões referentes às autorizações do uso agrícola deste resíduo (BRUNELLI e PISANI, 2006).

O tratamento biológico da fração orgânica de resíduos sólidos é uma alternativa, visto que é caracterizado pelo baixo custo, rapidez na obtenção do produto final e simples operação. Além disso, é um processo eficiente na eliminação dos patógenos presentes nos resíduos a serem tratados, e que resulta em um produto final (adubo orgânico) ambientalmente correto e com valor agregado.

Assim, a compostagem é uma das alternativas para um saneamento eficaz, transformando resíduos orgânicos potencialmente poluidores em adubo humificado, através de duas fases distintas: a primeira, quando ocorrem as reações bioquímicas de oxidação mais intensas; e a segunda quando ocorre o processo de humificação – fase de maturação (VERAS e POVINELLI, 2004).

O processo de compostagem é desenvolvido por uma colônia de microrganismos e pode ser afetado por qualquer fator que atinja a atividade microbiológica, dentre estes fatores, os mais importantes são: aeração, temperatura, teor de umidade, concentração de nutrientes e pH (VERAS e POVINELLI, 2004; COSTA, 2005).

Dessa maneira, o presente trabalho teve como objetivo estudar o processo de compostagem para tratamento do resíduo ruminal bovino e cinzas de caldeira.

## **2. Procedimento Experimental**

O resíduo ruminal bovino e as cinzas de caldeira foram coletados em um frigorífico, sendo que, o rúmen foi coletado no setor da “linha verde”.

Foi construída uma leira com massa total de 100 quilos, na proporção de 50% de resíduo ruminal e 50% de cinzas de caldeira.

A leira de compostagem foi construída sobre lona plástica com dimensões de 1,0 m de largura x 1,0 m de comprimento x 0,5 m de altura (aproximadamente), caracterizando um processo em pequena escala.

A aeração da leira foi realizada por meio de revolvimento com auxílio de pás. Inicialmente, a aeração foi feita a cada quatro dias e, após cerca de 40 dias de compostagem, o revolvimento passou a ser feito semanalmente.

Nos dias de precipitações pluviométricas, a leira foi coberta com lona plástica, a fim de evitar a penetração descontrolada de água e a perda de material. Quando verificada a baixa umidade, representada pelo aspecto seco das leiras, foi adicionada água à mesma.

A leira foi monitorada a cada 15 dias por meio da análise de pH, umidade, carbono orgânico, nitrogênio Kjeldahl e relação C/N. As amostras foram coletadas por meio de amostragem composta.

O pH foi determinado em solução de cloreto de cálcio ( $\text{CaCl}_2$ ), conforme procedimento estabelecido por Kiehl (1985). E as medidas de pH foram realizadas em um pHmetro de bancada, marca HANNA – modelo HI-221.

A determinação da umidade e carbono orgânico foi realizada pelo método de calcinação proposto por Kiehl (1985).

O nitrogênio Kjeldahl (nitrogênio orgânico e amoniacal) foi determinado pela metodologia descrita pelo Instituto Adolfo Lutz (IAL, 1985).

Houve a necessidade de adição de solução de ureia à leira, pois a quantidade de nitrogênio apresentou-se muito baixa e conseqüentemente a relação C/N elevada, não sendo ideal para o processo de compostagem.

### 3. Resultados e Discussões

Os resultados da caracterização da mistura estão apresentados na Tabela 1.

**Tabela 1 – Caracterização da mistura dos resíduos**

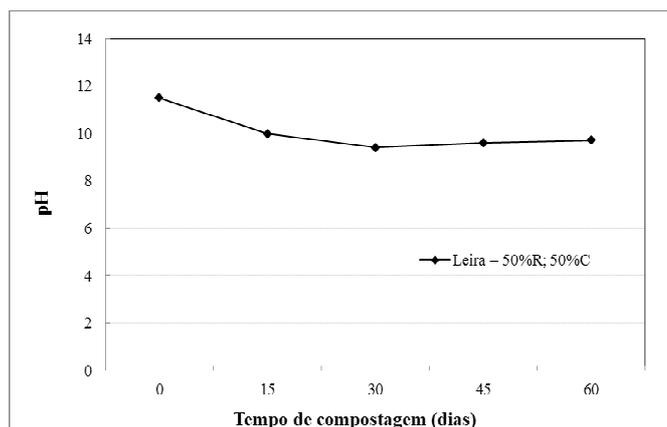
<b>Parâmetros</b>	<b>50% rúmen; 50% cinzas</b>
pH	11,49
Umidade (%)	51,48
Carbono Orgânico (%)	16,37
Nitrogênio (%)	0,42
Relação C/N	39,34

Os altos teores de cálcio e magnésio nas cinzas provenientes da queima de madeira, provavelmente ocasionam uma alcalinização do meio (SILVA, 2007). Assim, o alto valor de pH da mistura pode ter sido causado pelas cinzas de caldeira.

A mistura dos resíduos proporcionou um ajuste adequado da umidade para o início do processo de compostagem, visto que tal parâmetro ficou próximo à faixa considerada ideal, entre 40 e 60% (MARAGNO *et al.*, 2007).

Embora a quantidade de nitrogênio tenha sido baixa, a leira apresentou relação C/N de 39,34, ou seja, dentro da faixa ideal, que é de 30 e 40/1 para início da compostagem, propiciando intensa atividade biológica e menor tempo de compostagem (PEREIRA NETO e MESQUITA, 1992).

A Figura 1 apresenta o monitoramento do pH na leira ao longo do processo de compostagem.



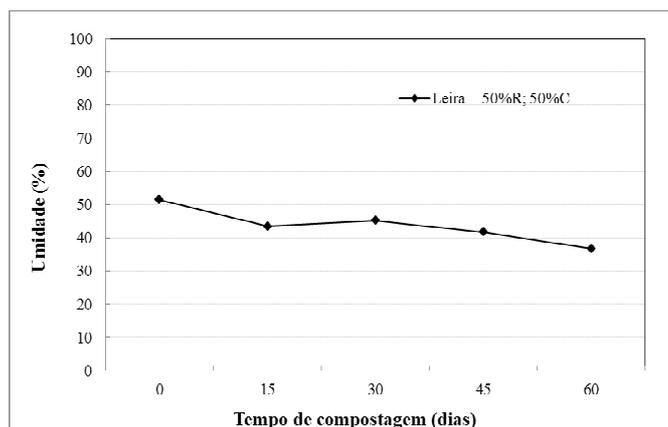
**Figura 1** - Monitoramento do pH

O pH inicial da leira (11,49) variou no começo do processo, atingindo 9,99 com 15 dias de tratamento, pois com a degradação de substâncias simples ocorre a geração de ácidos orgânicos, que reduzem o pH (BRITO, 2008).

Silva (2007) observou em seu estudo de compostagem, com diferentes resíduos agroindustriais, que os tratamentos com maiores porcentagens de cinzas de caldeira apresentaram valores mais elevados de pH. Fato que foi observado no presente estudo.

No decorrer do tratamento, o pH da leira permaneceu praticamente estável, atingindo pH 9,71 com 60 dias de compostagem, considerado um valor próximo à faixa ótima de desenvolvimento dos microrganismos, que é de 6 a 9 (PEIXOTO, 1981; TSUTIYA *et al.*, 2002). Porém, à medida que o processo se desenvolve, o pH do composto se eleva, alcançando pH superior a 8 (básico) (MARAGNO *et al.*, 2007).

O monitoramento da umidade na leira ao longo do processo de compostagem pode ser visto na Figura 2.



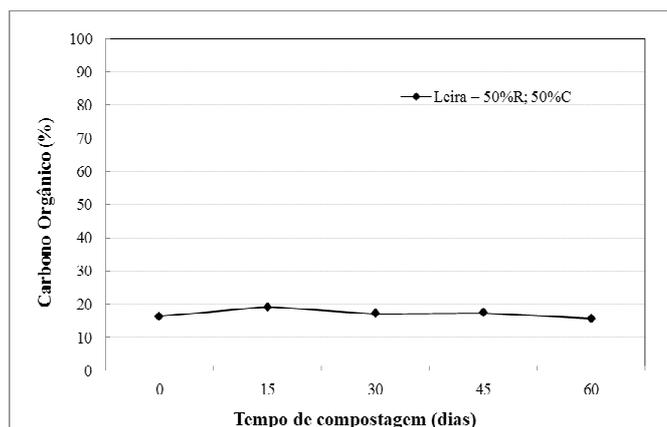
**Figura 2** – Monitoramento da umidade

Houve uma maior queda de umidade no início do processo, aos 15 dias de compostagem, passando de 51,48% para 43,50%. A leira apresentou um período de estabilidade e posteriormente, a umidade voltou a reduzir, porém, apresentou valor próximo à faixa ideal, sendo de 36,8% aos 60 dias de compostagem.

O resultado do monitoramento do carbono orgânico é apresentado na Figura 3.

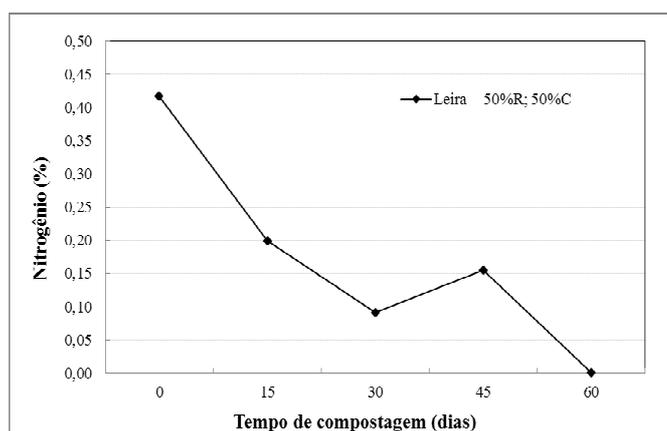
Durante o monitoramento, o comportamento do carbono orgânico não apresentou variações significativas na leira. A redução lenta e baixa de carbono pode ser devida aos elevados teores de celulose e lignina do rúmen, visto que resíduos com grande teor de celulose e lignina podem influenciar na velocidade de compostagem e nas características físicas e químicas do produto obtido (BRITO, 2008).

O teor de carbono variou de 16,4% no início da compostagem para 15,7% aos 60 dias do processo, apresentando maior valor no 15º dia, de 19,2%. Este aumento do carbono, provavelmente justificado pela falta de nutrientes que pode ter promovido a morte de microrganismos, resultou no aumento da matéria orgânica da leira e conseqüentemente, do carbono orgânico.



**Figura 3** - Monitoramento do carbono orgânico

A Figura 4 apresenta os resultados obtidos no monitoramento do nitrogênio Kjeldahl.



**Figura 4** - Monitoramento do nitrogênio Kjeldahl

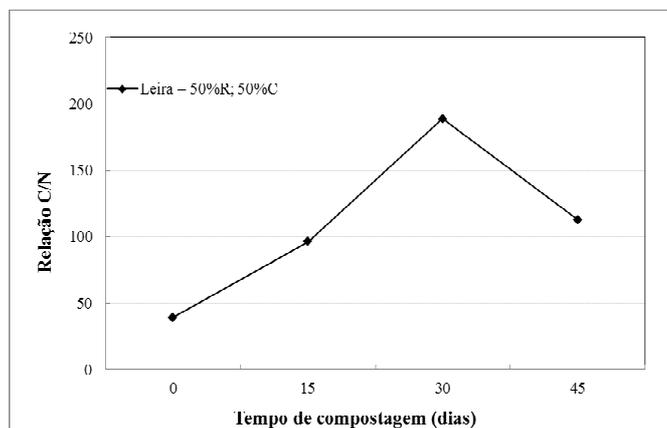
Ao analisar a porcentagem de nitrogênio aos 30 dias de tratamento, observou-se sua redução na leira, fato que prejudica o desenvolvimento da compostagem pela baixa disponibilidade desse nutriente aos microrganismos e ainda pelo conseqüente aumento da relação C/N.

Portanto, constatou-se a necessidade de ajuste desse parâmetro, e, para isso, foi adicionada solução de ureia à leira, a fim de aumentar a porcentagem de nitrogênio e reduzir a relação C/N.

Pelos resultados apresentados, verificou-se redução progressiva na quantidade do nutriente até o 30º dia, atingindo um teor de 0,09%. Em seguida, houve um aumento (de 0,09 para 0,15%), decorrente da adição de ureia,

observado aos 45 dias de monitoramento. Porém, logo após, o teor de nitrogênio voltou a diminuir, chegando a valores próximos de zero.

Observa-se o comportamento da relação C/N, ao longo dos 60 dias de tratamento, pela Figura 5.



**Figura 5** – Monitoramento da relação C/N

A leira apresentou aumento progressivo na relação C/N, atingindo um valor de 188/1 no 30º dia. Após, a relação diminuiu para 112/1, devido à intervenção no processo com a adição de ureia, visto que as variações de carbono nesta leira não foram muito significativas, portanto não contribuíram para essa diminuição.

Aos 60 dias a quantidade de nitrogênio foi praticamente nula, como pôde ser visto na Figura 4, desta forma, não foram apresentados na Figura 5 os valores da relação C/N.

#### 4. Conclusões

Ao final do estudo, verificou-se que o composto produzido apresentou pH, umidade e carbono orgânico com valores de 9,71; 36,77% e 15,70%, respectivamente. Assim, o composto atingiu valores adequados, de acordo com a literatura, para ser utilizado como composto orgânico.

Já, os parâmetros nitrogênio e relação C/N não apresentaram bons resultados, pois o valor final de nitrogênio foi insignificante, fazendo com que a relação C/N ficasse muito alta. Tais parâmetros podem afetar as características

do solo, portanto, ressalta-se a necessidade da continuação e monitoramento do processo para que o composto produzido seja adequado para a aplicação no solo.

## REFERÊNCIAS

BRITO, M. J. C. **Processo de compostagem de resíduos urbanos em pequena escala de potencial de utilização do composto como substrato.** 2008. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Processos) – Universidade Tiradentes, Aracajú.

BRUNELLI, A. M. M. P.; PISANI JUNIOR, R. Proposta de disposição de resíduo gerado a partir da queima de bagaço de cana em caldeiras como fonte de nutriente e corretivo de solo. In: CONGRESO INTERAMERICANO DE INGENIERIA SANITARIA Y AMBIENTAL, 30., 2006, Punta Del Este. **Anais...** Punta Del Este: [s.n.], 2006. p. 1-9.

COSTA, M. S. S. M. et al. Compostagem de resíduos da indústria de desfibrilação de algodão. **Engenharia agrícola**, vol.25, n.2, p. 540-548, 2005.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. **Métodos químicos e físicos para análises de alimentos.** 3. ed. São Paulo: Editoração Débora D. Estrella Rebocho, 1985.

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

MARAGNO, E.S.; TROMBIN, D.F.; VIANA, E. O uso da serragem no processo de minicompostagem. **Engenharia sanitária e ambiental**, v.12, n.4, p. 355-360, 2007.

PEIXOTO, J. O. Destinação final de resíduos, nem sempre uma opção econômica. **Engenharia sanitária**, p. 15-18, 1981.

PEREIRA NETO, J. T.; MESQUITA, M. M. F. **Compostagem de resíduos sólidos urbanos:** aspectos teóricos, operacionais e epidemiológicos. Ed. LNEC, 1992. 34 p.

ROSA, A. P. **Avaliação da viabilidade técnica e ambiental do uso do conteúdo ruminal bovino como biocombustível.** 2009. 90 f. Dissertação (Mestrado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

SILVA, L. N. **Processo de compostagem com diferentes porcentagens de resíduos sólidos agroindustriais.** 2007. 58 f. Dissertação (Mestrado em

Engenharia Agrícola) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel.

TSUTIYA, M. T. *et al.* **Biossólidos na agricultura**. 2 ed. São Paulo: ABES, 2002. p. 181-208.

TRAUTMANN-MACHADO, R. J. ; PIERANGELI, M. A. P. ; SOUSA NETO, E. L. Caracterização do pH e da umidade do resíduo ruminal bovino de um frigorífico do vale do Gauporé. In: 2ª Jornada científica da UNEMAT, 2009, Cáceres. 2ª Jornada científica da UNEMAT... **Anais**, 2009. v. 1. p. 1-1.

VERAS, L. R. V.; POVINELLI, J. A. Vermicompostagem do lodo das lagoas de tratamento de efluentes industriais consorciada com composto de lixo urbano. **Engenharia Sanitária e Ambiental**. v. 9, n 3, p.218-224. 2004.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo pelo apoio financeiro.