



ENEPEX

ENCONTRO DE ENSINO,
PESQUISA E EXTENSÃO

8° ENEPE UFGD • 5° EPEX UEMS

EFEITO DA HIDRÓLISE ALCALINA SOBRE O PROCESSO DE COMPOSTAGEM DA CAMA DE OVINOS

**Aldo Felipe Fava¹; Ana Carolina Amorim Orrico²; Marco Antonio Previdelli
Orrico Junior²; Silvana Simm¹; Aline Nazareth de Castro³; Bruna Matias de
Souza Rocha³**

UFGD-Laboratório de Manejo de Forragens e Resíduos da Agropecuária, C. Postal 533, 79804-970
Dourados-MS, E-mail: aldofava1990@gmail.com

¹ Mestrando do Programa de Pós Graduação em Produção Animal/CAPES.

² Docente na Universidade Federal da Grande Dourados.

³ Acadêmica do Curso de Zootecnia da UFGD.

RESUMO

O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito da hidrólise alcalina sobre o comportamento da temperatura e as reduções dos sólidos totais, sólidos voláteis, volume e da fração fibrosa durante o processo de compostagem da cama obtida na terminação de ovinos. Os tratamentos experimentais foram os seguintes: tratamento 1: apenas cama da criação de ovinos; tratamento 2: cama da criação de ovinos acrescida de 0,8% da matéria seca de cal hidratada; tratamento 3: cama da criação de ovinos acrescida de 1,6% da matéria seca de cal hidratada. A eficiência do processo de compostagem foi avaliada pelas reduções de volume, sólidos totais (ST), sólidos voláteis (SV), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e hemicelulose, além da temperatura. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado com três tratamentos e quatro repetições (leiras). Foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos para todas as características mensuradas durante o processo de compostagem, com exceção da temperatura e o FDA que não diferiram entre os tratamentos testados. Foram observadas reduções significativas de 28,10 e 35,32% de ST e 34,32 e 42,48 % de SV para as doses 0 e 1,6% de cal hidratada respectivamente. As reduções de hemicelulose também foram superiores para as leiras com a utilização de cal, sendo encontrados valores de 29,07 e

44,14% para as doses 0 e 1,6% de cal hidratada respectivamente. Com base nos resultados concluiu-se que a hidrólise alcalina com 1,6% de cal hidratada foi eficiente no tratamento da cama de ovinos, permitindo um aumento significativo nas reduções de sólidos totais, sólidos voláteis e fibra durante o processo de compostagem.

PALAVRAS-CHAVE: cal hidratada, fibra, sólidos

INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas houve a expansão da criação de pequenos ruminantes, destacando-se os países em desenvolvimento, como o Brasil. Estes animais representam uma forma de diversificação das atividades na propriedade, uma vez que são capazes de transformar recursos marginais em produtos de qualidade: carne, leite, lã ou pêlos e couro.

A produção de ovinos tem se destacado por apresentar inúmeras vantagens na sua produção, levando-se em conta a sua prolificidade, fácil adaptação, menor contribuição (proporcional) com o desgaste do solo (erosão pelo pastejo ou demanda por alimentos) e menor emissão de gás metano quando comparados com os bovinos (EL AICH & WATERHOUSE, 1999). No entanto a terminação de ovinos em confinamento se mal executada pode levar sérios riscos de poluição do solo, do ar e da água devido à alta concentração dos dejetos dos animais em áreas reduzidas. Desta forma, para maior viabilidade ambiental e econômica da atividade, o emprego da técnica de compostagem tem se tornado uma ferramenta importante para tratamento e reciclagem dos dejetos produzidos por ovinos.

O uso da compostagem nos resíduos gerados na criação de ovinos contribui para que haja maior lucratividade na atividade, além disso, melhora a sustentabilidade de todo o sistema produtivo. Esta prática de reciclagem consiste na otimização da degradação da matéria orgânica contida nos dejetos, com ênfase na qualidade do produto final (ORRICO, 2007). Em estudos realizados por diversos autores submeteu-se os dejetos gerados por ovinos ao processo de reciclagem foram verificadas as seguintes vantagens: redução do volume e das quantidades de sólidos durante o processo, eliminação de microrganismos patogênicos e obtenção de fertilizante orgânico com quantidades mínimas de N, P e K, acima de 2,0; 0,8 e 0,7% da composição, respectivamente.

É comum a utilização de camas ou forros no piso do confinamento durante a terminação dos ovinos, pois além de reduzir a mão-de-obra para limpeza evita o excesso de umidade e o contato direto das fezes com os animais. As camas podem apresentar uma maior ou menor proporção de dejetos na sua constituição, sendo que o material inicial também influenciará a composição da cama, visto que poderá apresentar resistência à degradação durante a compostagem. O substrato inicial das camas geralmente se constitui de resíduos que variam de acordo com a disponibilidade da região de criação dos animais, tornando-se viável economicamente. Para auxiliar a degradação da cama de criação dos animais durante a compostagem, o uso de materiais que possam facilitar a degradação da fração fibrosa é de fundamental importância, tendo-se como exemplo a cal, que serve como auxílio na hidrólise, que ocorre nos constituintes fibrosos, para disponibilizá-los para atuação dos microrganismos presentes no processo.

A compostagem é uma prática usual em propriedades rurais e centrais de reciclagem de resíduos. No primeiro caso é uma estratégia do agricultor para transformar os resíduos agrícolas em adubos essenciais para a prática da agricultura orgânica. No segundo é uma necessidade administrativa, objetivando reduzir o volume do material a ser gerenciado e estabilizar um material poluente.

Pela praticidade e grandes resultados alcançados, o uso da compostagem tem se destacado como uma grande alternativa, pois possibilita a transformação de resíduos orgânicos em adubo orgânico para as plantas. GOMEZ (1998) ressaltou alguns benefícios do processo de compostagem: reciclagem dos elementos com interesse agrônomo, redução do volume inicial de resíduos, degradação de substâncias tóxicas e/ou patógenos e conversão dos nutrientes mais disponíveis às plantas.

A primeira etapa da compostagem é denominada termofílica, onde ocorre intensa oxidação do material orgânico enleirado e, em consequência, há elevação da temperatura no interior da leira. As elevadas temperaturas alcançadas no início do processo são decorrentes das eficientes taxas de degradação da matéria orgânica, resultando na redução de massa enleirada, do volume ocupado pelas leiras e dos coliformes. Essas transformações ocorrem porque existe a perda de matéria orgânica na forma de CO₂ e a produção de ácidos durante o processo, que, além dos benefícios mencionados anteriormente, resultam no aumento da concentração de fração mineral, melhorando, desta forma, a qualidade do produto final.

Além disso, o aumento da temperatura contribui para reduzir significativamente o número de microrganismos patogênicos do material. ORRICO

JUNIOR et al (2010) observaram reduções de 100% no número de coliformes totais e termotolerantes durante a compostagem de carcaças de aves mortas e cama de frangos. Resultados semelhantes a esses foram observados por CURCI et al. (2007), TORRES et al. (2007) e ORRICO et al. (2007), que obtiveram reduções de microrganismos patogênicos muito próximas a 100%, mesmo se tratando de microrganismos esporulados. No entanto ORRICO JUNIOR et al (2009) concluíram que uma redução significativa de microrganismos patogênicos só ocorrerá se o processo de compostagem atingir temperaturas elevadas e, se prolongue por mínimo três dias consecutivos. A temperatura baixa durante um curto período de tempo pode não ser suficiente para higienizar o composto final, desta forma, seu uso como adubo pode provocar a contaminação do alimento que será produzido e, conseqüentemente, contribuir para disseminação de doenças na propriedade (GONÇALVES & MARIN, 2007). Segundo o mesmo autor a fase termofílica tem em média a duração de 25 a 60 dias e as temperaturas variam de 40-70 °C, dependendo do material que originou a leira.

A segunda fase recebe o nome de maturação, pois ocorre o processo de humificação do material orgânico e a mineralização do carbono remanescente (fração fibrosa de degradação mais lenta). A temperatura nesta fase deve permanecer abaixo dos 40°C, com duração média de 40 a 80 dias dependendo do material enleirado (KIEHL, 1985).

Como qualquer processo biológico, a compostagem necessita de alguns fatores para garantir seu sucesso, entre eles, os mais importantes são: o tamanho de partícula, umidade e composição química do material (pH, relação C/N, teores de fibra).

O tamanho de partícula utilizado na compostagem é de suma importância, sendo que, quanto maior for a superfície específica, maior a taxa de degradação do material orgânico e, com isso, mais rápido ocorrerá a maturação do composto. Por outro lado, se o material for submetido a uma redução muito grande do tamanho da partícula, ocorrerá provavelmente comprometimento da aeração das leiras, pela diminuição de porosidade, dificultando a penetração do oxigênio no meio. Por esta razão, a recomendação existente é de que o material orgânico possua um tamanho de partícula entre 3 a 5 mm (KIEHL, 1985).

A umidade das leiras deve ser monitorada durante todo o processo de compostagem. Teores de umidade maiores que 65% acarretam prejuízo à aeração, uma vez que a água estará presente, ocupando o espaço poroso que deveria estar sendo ocupado pelo ar. Em contrapartida, a umidade inferior a 40% promoverá a inibição da

atividade microbiológica, diminuindo a velocidade de degradação do material orgânico (KIEHL, 1985).

A relação de carbono – nitrogênio (C/N) representa a disponibilidade de energia e nitrogênio para que a massa enleirada possa ser mobilizada pelos microrganismos, sem que haja a falta ou excesso de um dos dois componentes. Caso haja escassez do nitrogênio disponível, ocorrerá decréscimo da população bacteriana, pois o nitrogênio participa como elemento requerido em grande quantidade para a síntese proteica e crescimento microbiano. Se ocorrer uma relação C/N muito baixa, os microorganismos terão de degradar as proteínas para obtenção de energia, desta forma, haverá grande perda de nitrogênio na forma de gás amônia (NH_3), principalmente quando o pH estiver acima de 7,0. Sendo assim, é desejável que a relação C/N do material fique em torno de 30 a 40 (KIEHL, 1985). Apesar da relação C/N ser amplamente recomendada, muitos autores mostram que não basta conhecer a quantidade de carbono e nitrogênio do material, mas também necessita-se conhecer a qualidade e a degradabilidade do carbono e do nitrogênio contido no material orgânico. Trabalhos como os de HUANG et al (2008) e ORRICO JUNIOR et al (2010) demonstram que a composição da fração fibrosa dos materiais de origem vegetal (celulose, hemicelulose e lignina) interferem significativamente a velocidade de degradação dos mesmos, principalmente quando a lignina aparece em grande quantidade. Por isso FRANCOU et al (2008) atribuíram ao teor de fibra ser uma forma confiável de se prever o potencial de degradação de um determinado material ou prever se o composto orgânico já atingiu uma degradação satisfatória para ser utilizado como adubo orgânico. Segundo estes autores, quanto maior for o teor de fibra menor será a biodegradação do material, o que acaba limitando o uso do mesmo no processo de compostagem no caso de um resíduo ou, no caso de um composto, um indicativo que o processo de compostagem já chegou na fase de maturação.

Uma das formas de resolver o problema da baixa degradação das fibras é promover a hidrólise química com o uso de agentes alcalinos. Dentre os principais agentes alcalinos, os mais utilizados são: cal virgem, cal hidratada e hidróxido de sódio. Os produtos alcalinos atuam solubilizando parcialmente a hemicelulose expandindo a celulose, causando ruptura das ligações das pontes de hidrogênio, facilitando o ataque dos microrganismos à parede celular (JACKSON, 1977). Apesar de comprovada a eficiência dos produtos alcalinos sobre a degradação da fibra, pouco se sabe dos efeitos dos mesmos quando o material fibroso é submetido ao processo de compostagem.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido nas dependências da Faculdade de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Grande Dourados, a partir das diferentes camas de ovinos coletadas no Setor de Ovinocultura de corte.

O material inicial da cama consistiu de maravalha, colocada sobre o piso da instalação antes da entrada dos animais e de camadas adicionais que foram somadas durante a criação dos animais, para que o ambiente permanecesse seco. Ao final do período de criação dos ovinos (70 dias) a cama foi retirada manualmente, levada para o pátio de compostagem para confecção das leiras.

Para confecção das leiras, o material da cama foi pré-seco, determinando-se assim seu teor de sólidos totais (ST) e promovendo a mistura com a quantidade de cal correspondente aos teores descritos. Para condução foram confeccionadas 12 leiras em pátio de compostagem contendo piso de alvenaria com declividade de 2% para escoamento do chorume e cobertura, para que fosse evitada a incidência direta de sol ou chuvas. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado com três tratamentos e quatro repetições (leiras). Os tratamentos experimentais foram os seguintes: tratamento 1: apenas cama da criação de ovinos; tratamento 2: cama da criação de ovinos acrescida de 0,8% da matéria seca de cal hidratada; tratamento 3: cama da criação de ovinos acrescida de 1,6% da matéria seca de cal hidratada.

As temperaturas foram medidas diariamente, por meio da introdução de termômetro digital no centro das leiras, até que se obtivesse constância da temperatura. Os revolvimentos foram efetuados semanalmente, quando também se procedeu com a medida do volume ocupado pelas leiras, em balde graduado e a pesagem da massa enleirada. Nesta ocasião foram retiradas amostras para a determinação dos teores de sólidos totais e assim controle da umidade, se adicionando água sempre que necessário para que os níveis permanecessem entre 40 e 60% de sólidos totais.

Para a determinação dos teores de sólidos totais (ST) e sólidos voláteis (SV) das amostras coletadas durante a compostagem foi empregada metodologia descrita por APHA (2005). O fracionamento da fração fibrosa foi realizado de acordo com metodologia descrita por SILVA & QUEIROZ (2006), na qual separa a fibra em: fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e por diferença das duas fibras a hemicelulose.

As quantidades de ST, SV, FDN, FDA e hemicelulose nas leiras experimentais foram determinadas de acordo com as pesagens inicial e final e os conteúdos destes constituintes a cada avaliação.

Os resultados foram submetidos à análise de variância, considerando como fontes de variação a dose de cal hidratada. As médias dos tratamentos foram comparadas entre si pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade. As análises foram feitas utilizando SAEG 8.0 (UFV, 2000).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas Figuras 1, 2, 3 e Tabela 1 estão apresentados os resultados que referem as reduções de volume, ST, SV, FDN, FDA e hemicelulose durante a compostagem da cama de ovinos com diferentes doses de cal hidratada.

Tabela 2. Valores iniciais, finais e de reduções de ST, SV, FDN, FDA e hemicelulose volume durante a compostagem da cama de ovinos com diferentes doses de cal hidratada.

Parâmetros	Período	Doses		
		0%	0,80%	1,60%
	Início (kg)	60,07	60,07	60,07
ST	Final (kg)	43,19	43,29	38,86
	Redução (%)	28,10b	27,93b	35,32a
	Início (kg)	50,62	50,62	50,62
SV	Final (kg)	33,24	33,13	29,11
	Redução (%)	34,32b	34,54b	42,48a
	Início (kg)	41,32	40,56	41,66
FDN	Final (kg)	27,44	25,72	25,86
	Redução (%)	33,57b	36,56a	37,93a
FDA	Início (kg)	31,56	30,77	31,16

	Final (kg)	20,58	18,78	20,15
	Redução (%)	34,85a	38,84a	35,04a
	Início (kg)	9,76	9,79	10,51
Hemicelulos e	Final (kg)	6,85	6,94	5,71
	Redução (%)	29,07b	29,07b	44,14a

Na linha, médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo Testes de Scott-Knott ($P < 0,05$).

Foram observadas diferenças significativas ($P < 0,05$) em todas as características mensuradas durante o processo de compostagem, sendo que, a hemicelulose, foi a fração mais reduzida. Foram observadas reduções de 29,07 e 44,14% hemicelulose para as doses 0 e 1,6% de cal hidratada respectivamente. Em experimentos com nutrição de ruminantes, MOTA et al (2010) ao promoverem a hidrólise de cana de açúcar com cal hidratada, obtiveram reduções significativas nos teores de hemicelulose o que acabou contribuindo para aumentar a digestibilidade do material e com isso melhorar o aproveitamento da fração fibrosa por parte dos microrganismos ruminais. O efeito alcalinizante da cal hidratada provoca a solubilização parcial da hemicelulose, a qual foi evidenciada neste trabalho. Também ocorre o intumescimento alcalino da celulose, que consiste na expansão das moléculas de celulose, causando ruptura das ligações das pontes de hidrogênio (JACKSON, 1977).

O efeito da cal hidratada sobre a fração fibrosa interferiu ($P < 0,05$), também, sobre a redução total de ST e SV. Foram observadas reduções significativas de 28,10 e 35,32% para ST e de 34,32 e 42,48 % para os conteúdos de SV, utilizando-se as doses 0 e 1,6% de cal hidratada respectivamente, sendo que, as doses de 0 e 0,8% não diferiram entre si, mas foram inferiores às reduções de ST e SV observadas na dose 1,6%.

Não foram observadas diferenças ($P > 0,05$) nas reduções de FDA durante o processo de hidrólise alcalina. O motivo disto pode estar relacionado com a quantidade de lignina presente na fração fibrosa do material enleirado, que por ter a maravalha como substrato base da cama acredita se que grande parte da FDA seja composta por lignina. Segundo KLOPFENSTEIN (1980), o teor de lignina normalmente não é alterado pelo tratamento químico alcalino, desta forma quanto maior for o teor de lignina presente no

material orgânico menor será o efeito da hidrólise alcalina na melhoria da degradação da fração fibrosa.

Na Figura 1 pode ser observado o comportamento da temperatura nos tratamentos testados. A temperatura elevada é considerada uma medida indireta do sucesso do processo de compostagem, pois indica intenso processo de degradação da matéria orgânica.

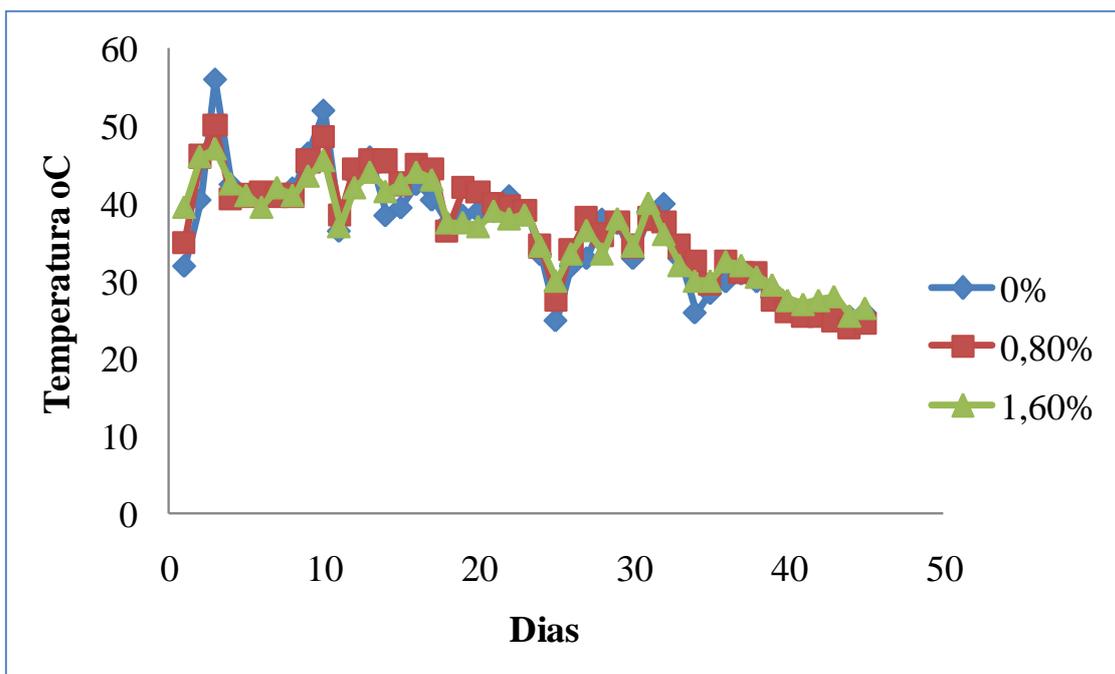


Figura 1. Comportamento da temperatura durante a compostagem da cama de ovinos com diferentes doses de cal hidratada.

Pode ser observado que, independente do tratamento, as leiras atingiram temperaturas elevadas (acima dos 50°C) por mais de 20 dias, o que é muito importante para eliminação de microrganismos patogênicos. Não foram observadas diferenças significativas ($P > 0,05$) entre os tratamentos. O principal motivo de não ter sido observado diferenças pode estar relacionado à temperatura do ambiente, que influencia diretamente a temperatura da leira. Por estarem expostas ao meio, as trocas térmicas eram inevitáveis, sendo ainda mais intensas em dias com baixas temperaturas e com ação do vento, muito comum durante o inverno/primavera (período em que o experimento foi conduzido). AMORIM et al (2005) observaram menores temperaturas no interior das leiras de compostagem durante o inverno, quando comparadas com as temperaturas obtidas em

leiras conduzidas durante o verão. Estes resultados reforçam a possibilidade de influência climática sobre a temperatura das leiras de compostagem.

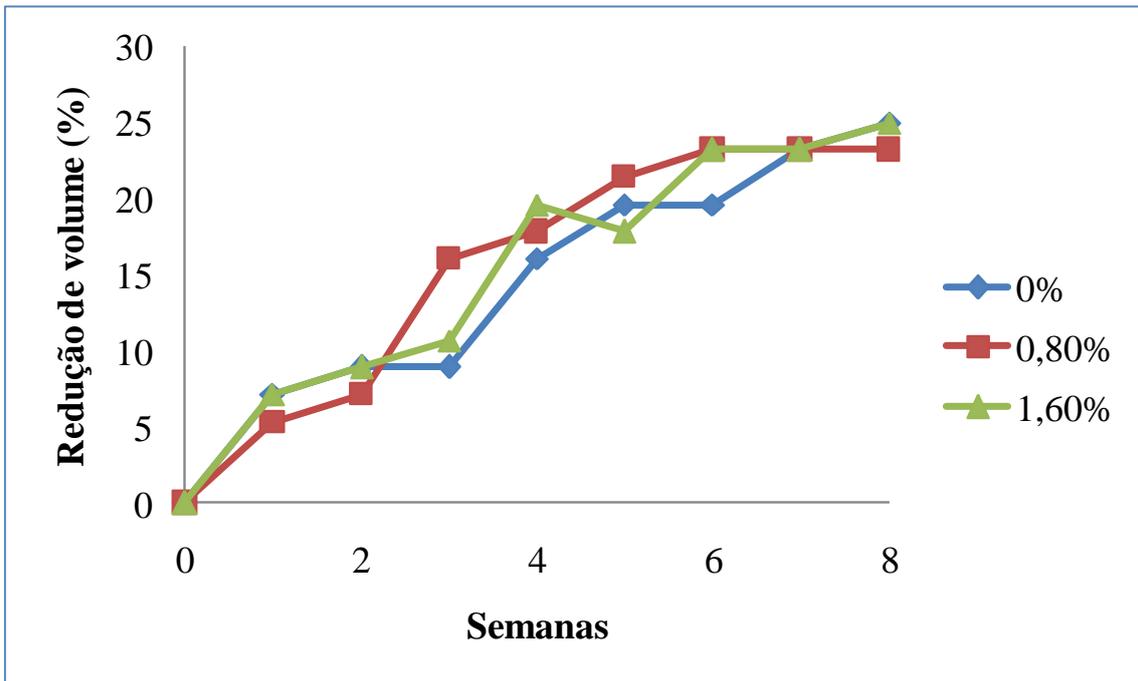


Figura 2. Comportamento do volume durante a compostagem da cama de ovinos com diferentes doses de cal hidratada.

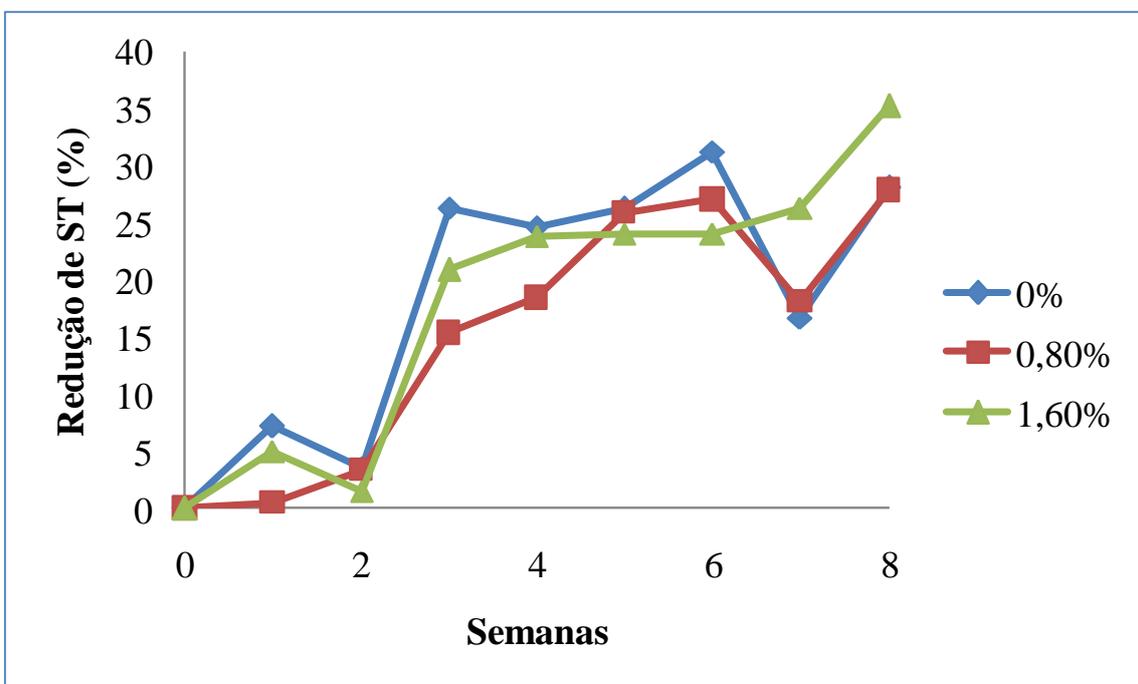


Figura 3. Comportamento das reduções de sólidos totais durante a compostagem da cama de ovinos com diferentes doses de cal hidratada.

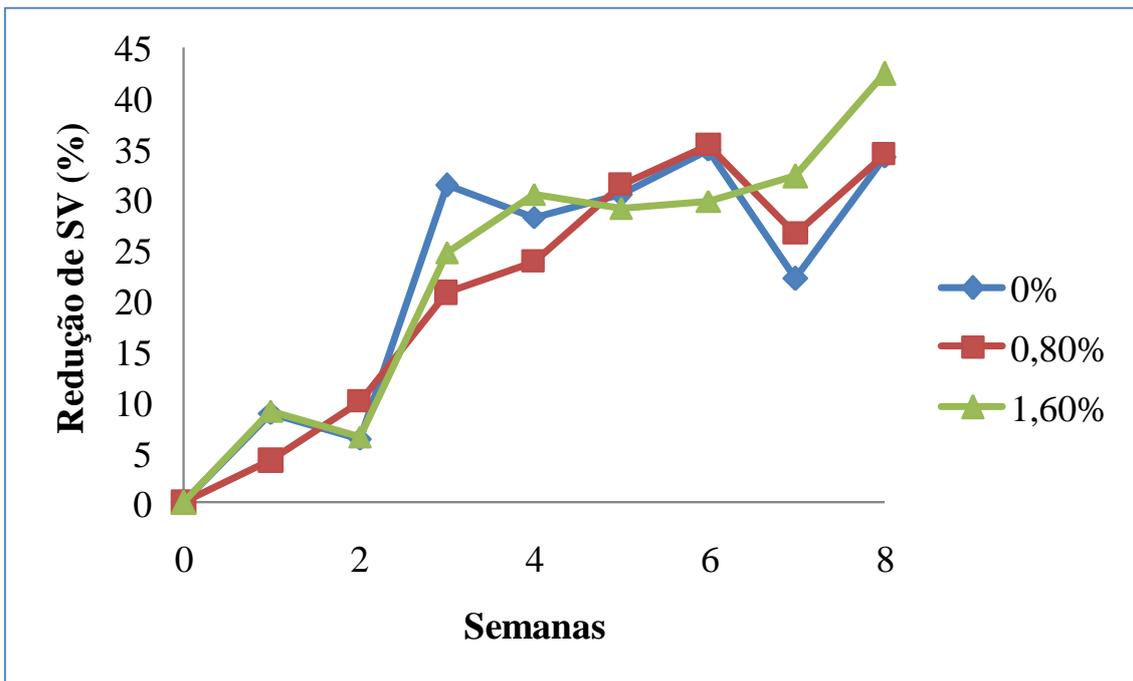


Figura 4. Comportamento das reduções de sólidos voláteis durante a compostagem da cama de ovinos com diferentes doses de cal hidratada.

CONCLUSÕES

A hidrólise alcalina com 1,6% de cal hidratada foi eficiente no tratamento da cama de ovinos, permitindo um aumento significativo nas reduções de sólidos totais, sólidos voláteis e fibra durante o processo de compostagem. Desta forma a cal hidratada pode ser utilizada na hidrólise de materiais ricos em fibra, aumentando a degradação dos mesmos e reduzindo o tempo do material nos pátios de compostagem.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION - APHA. **Standard methods for examination of water and wastewater**. 21.ed. Washington: American Water Works Association, 2005. 1368p.

AMORIM, A. C.; LUCAS JÚNIOR, J.; RESENDE, K. T. Compostagem e vermicompostagem de dejetos de caprinos: efeito das estações do ano. **Engenharia Agrícola**, v.25, n.1, p.57-66, 2005.

CURCI, V.C.L.M.; DUTRA, I. S.; DOBEREINER, J. et al. Pré-compostagem de cadáveres de bovinos acometidos pelo botulismo. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v.27, n.4, p. 157-161, 2007.

EL AICH, A.; WATERHOUSE, A. Small ruminants in environmental conservation. **Small Ruminant Research**, v.34, n.2, p.271-87, 1999.

FRANCOU, C.; LINÈRES, M.; DERENNE, S. et al. Influence of green waste, biowaste and paper-cardboard initial ratios on organic matter transformations during composting. **Bioresourcetechnology**. v.99, n.3, p.8926-8934, 2008.

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

GONÇALVES, V.P. MARIN, J.M. Fate of non O157 Shiga toxigenic Escherichia coli in composted cattle manure. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia**. v.59, n.4 p. 825-831, 2007.

HUANG, D.; ZENG, G.M.; FENG, C.L. et al. Degradation of lead-contaminated lignocellulosic waste by Phanerochaete chrysosporium and the reduction of lead toxicity. **Environmental Science and Technology**, v.42, n13, p.4946-4951, 2008.

JACKSON, M.G. Review article: the alkali treatment of straws. **Animal Feed Science and Technology**, v.2, n.2, p.105-130, 1977.

KIEHL, E. J. **Fertilizantes orgânicos**. 5ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1985. 492p.

KLOPFENSTEIN, T. Increasing the nutritive value of crop residues by chemical treatments. In: HUBER, J.T. (Ed.) **Upgrading residues and products for animals**. Boca Raton: CRC Press, 1980. p.40-60.

MOTA, D. A.; OLIVEIRA, M. D. S.; DOMINGUES, F. N.; MANZI, G. M.; FERREIRA, D. S.; SANTOS, S. J. **Hidrólise da cana-de-açúcar com cal virgem ou cal hidratada**. Revista Brasileira de Zootecnia, v.39, n.6, p.1186-1190, 2010

ORRICO JUNIOR, M A. P.; ORRICO, A C. A.; LUCAS JUNIOR, J. Influência da relação volumoso: concentrado e do tempo de retenção hidráulica sob a biodigestão anaeróbia de dejetos de bovinos. **Engenharia Agrícola**, v. 30, n. 3, p.386-394, 2010.

ORRICO JUNIOR, M. A. P; ORRICO, A. C. A.; LUCAS JUNIOR, J. Compostagem da fração sólida da água residuária de suinocultura. **Engenharia Agrícola**. Jaboticabal v.29, n.3, p.483-491, 2009.

ORRICO, A. C. A.; LUCAS JUNIOR, J.; ORRICO JUNIOR, M. A. P. Alterações físicas e microbiológicas durante a compostagem dos dejetos de cabras. **Engenharia Agrícola**, v. 27, n.3, p.764-772, 2007.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3.ed. Viçosa: Editora Universitária, 2006. 166p.

TORRES, P.; PÉREZ, A.; ESCOBAR, J. C. et al. Compostaje de biosólidos de plantas de tratamiento de águas residuales. **Engenharia Agrícola**, v.27, n.1, p. 267-275, 2007.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA – UFV. - **Sistema para Análises Estatísticas e Genéticas – SAEG**. Versão 9.1. Viçosa, MG, 2007. 142p.

