

ACRÉSCIMO DE SULFATO DE AMÔNIA NO PROCESSO DE COMPOSTAGEM DE DIFERENTES CAMAS DE EQUINO

Larissa Oliveira Paulista¹ (larissa-paulista@hotmail.com), Carolina Beatriz Mulero¹ (muleiro.carol@gmail.com), Lucas Mendes de Abreu¹ (mendeslma2@gmail.com), Rafael Arrobas Martins Homse¹ (rafaelhomse@hotmail.com), Bruno Boaretto Santos¹ (brusan@alunos.utfpr.edu.br), Gustavo Henrique Pedro¹ (gustavohpedro@gmail.com), Luciana Ferreira de Camargo Duarte¹ (lucianaduarte@alunos.utfpr.edu.br), Roberta dos Santos Ribeiro¹ (roberta_ribeiro_@hotmail.com), Tatiane Cristina Dal Bosco¹ (tatianebosco@utfpr.edu.br)

1 Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Câmpus Londrina

RESUMO

As atividades agropecuárias geram dejetos de animais, que, se mal manejados, podem provocar sérios problemas de poluição. Além disso, na indústria produtora de fármacos veterinários, um dos resíduos do processo é o sulfato de amônia. A compostagem é um processo aeróbio, controlado, desenvolvido por uma grande diversidade de microrganismos e que resulta na produção de adubo orgânico, com potencial uso agrícola. Trata-se, portanto, de uma técnica alternativa para o tratamento de resíduos sólidos agropecuários e agroindustriais. Com vistas a incrementar nutrientes ao processo e ao adubo final obtido a partir da compostagem, neste trabalho monitorou-se o desempenho do tratamento de camas de equino com casca de café (CC) e sepilho (S), na presença (cS) e ausência de sulfato de amônia. O processo foi monitorado durante 49 dias, no que se refere à temperatura, pH, umidade, condutividade elétrica, sólidos totais voláteis e redução de volume. Os sólidos voláteis tiveram redução de 8,26% e 2,11%, nas leiras CC e S e não houve redução significativa nas leiras CCcS e ScS. Além disso, as leiras CCcS e ScS apresentaram menores valores de pH e maiores valores de condutividade elétrica. Já na redução de volume os melhores resultados foram observados nas leiras CC e CCcS: 57,58% e 48,15%, respectivamente, em que a CC se demonstrou mais susceptível à degradação do que a cama de S (23,46% e 21,58%, respectivamente, para S e ScS).

Palavras-chave: Casca de Café, Sepilho, Tratamento De Resíduos Agropecuários.

ADDITION OF AMMONIA SULPHATE IN THE COMPOSTING PROCESS OF DIFFERENT EQUINE BEDDING

ABSTRACT

The agricultural activities generate animal waste, which poorly managed, can cause serious problems of pollution. Besides that, in the veterinary drug industry, one of the process residues is ammonium sulfate. Composting is an aerobic process, controlled, developed by a great diversity of microorganisms and that result in the production of organic fertilizer, with potential agricultural use. It is a technical alternative for the treatment of agricultural and agroindustrial solid waste. For an increase of nutrients during the process and in the final fertilizer obtained from composting, in this paper it was analyzed the performance of the treatment of equine beddings with coffee peel (CC) and sawdust (S), in the presence (cS) and absence of sulfate of ammonia. The process was monitored for 49 days in terms of temperature, pH, humidity, electrical conductivity, total volatile solids and volume reduction. The volatile solids had a reduction of 8.74% and 2.30% in the CC and S treatments and there was no significant reduction in the CCcS and ScS treatments. Moreover, CCCS and SCS had lower pH values and higher conductivity values. In the reduction of volume, the best results were found in the CC and CCcS: 57.58% and 48.15%, respectively, in which CC was more susceptible to degradation than S bedding (23.46% and 21.58%, respectively, to S and ScS).

Keywords: Coffee Peel, Sawdust, Treatment of Agricultural and Livestock Waste.

1. INTRODUÇÃO

Os cavalos são utilizados para trabalho, competições, lazer e treinamentos. Possuem grande contribuição social (reabilitação de pessoas), ambiental (atividade pastoril mantém a biodiversidade) e econômica para os países do ocidente (BORIONI et al., 2012). Em 2014, o Brasil teve o maior rebanho de equinos da América Latina e o terceiro maior do mundo, com 5.450.601 de cabeças (IBGE, 2014).

O ciclo de vida dos equinos provoca utilização de recursos e emissões para o solo, o ar e a água. Os impactos ambientais negativos estão relacionados principalmente com o manejo incorreto dos dejetos e da cama de equino, que podem provocar lixiviação e contaminação do solo e das águas subterrâneas (PARVAGE et al., 2015), bem como emissões de gases do efeito estufa (GARLIPP et al., 2011). Entretanto, esses resíduos sólidos podem ser estabilizados por processos biológicos com microrganismos aeróbios (compostagem) e anaeróbios (digestão anaeróbia) (HADIN et al., 2016).

A compostagem é um processo aeróbio, controlado, desenvolvido por uma diversidade de microrganismos termofílicos e mesofílicos, efetuada em duas fases: a primeira, onde ocorrem as reações bioquímicas (fase termofílica), e a segunda (fase de maturação) onde ocorre a humificação (PEREIRA NETO, 1987; CHOWDHURY et al., 2013). Nessas fases a matéria orgânica é utilizada como substrato e convertida em produtos mineralizados como CO₂, H₂O, NH₄⁺ e matéria orgânica estabilizada (QIAN et al., 2014).

O composto, rico em matéria orgânica mais humificada, pode melhorar as propriedades físicas do solo quando aplicado nas propriedades rurais (WATTEAU; VILLEMIN, 2011). Durante o processo de compostagem é necessário proporcionar um ambiente ótimo para os microrganismos, devendo-se, portanto, controlar os parâmetros: temperatura, relação C/N inicial, aeração, porosidade, teor de umidade e pH (SHAFAWATI; SIDDIQUEE, 2013; LÓPEZ-GONZÁLEZ et al., 2015).

Neste trabalho buscou-se avaliar o tratamento de camas de equino saturadas compostas de casca de café e de sepilho via compostagem. Além disso, verificar a influência da adição do sulfato de amônia ao processo, resíduo este resultante da fabricação de fármacos para equinos.

2. OBJETIVO

Avaliar o efeito da aplicação de sulfato de amônia no tratamento da cama de equino com casca de café e com sepilho via compostagem.

3. METODOLOGIA

As camas de equino foram coletadas na Escola de Equitação Força Livre Hipismo e o sulfato de amônia foi doado por uma indústria de fármacos, ambos localizados no município de Londrina – PR.

Montou-se quatro leiras de igual formato e com volume de 300 L. Duas leiras foram preparadas com a cama de equino saturada composta de casca de café (CC) e com uma relação C/N inicial de 20/1 e as outras duas com cama de equino saturada composta de sepilho (S), com uma relação C/N inicial de 45/1. Ambas ficaram acomodadas dentro de uma estufa agrícola, com piso impermeável e cobertura. Uma leira de cada tratamento recebeu adição do sulfato de amônia.

Após uma semana de experimento e a passagem pela fase termofílica, iniciou-se a adição de sulfato de amônia nas leiras que receberam este tratamento (casca de café com sulfato de amônia - CCcS e sepilho com sulfato - ScS). A interferência das variações de pH e redução de volume com os tipos de cama utilizados e também com a adição de sulfato de amônia foram avaliados pelo *design fatorial 2²* através do gráfico de efeitos principais.

A aeração foi manual e realizada duas vezes por semana. O umidecimento das leiras que não receberam o sulfato de amônia foi realizado sempre que necessário, a partir do resultado do teste

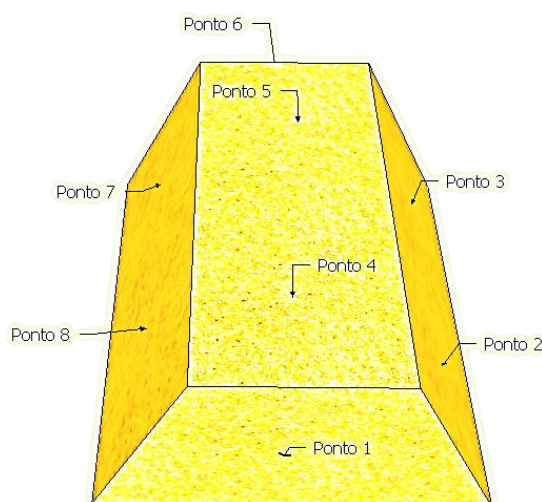
da mão (NUNES, 2009). A cada revolvimento, às leiras que receberam o sulfato de amônia foi adicionado 1 litro da substância, totalizando 12 litros até o final do processo. Na Tabela 1 são apresentados os parâmetros monitorados/controlados durante a compostagem.

Tabela 1: Parâmetros analisados/controlados durante o processo de compostagem e suas frequências.

Parâmetro	Método	Frequência
Temperatura	Termômetro digital tipo espeto	Diária
Teor de umidade	APHA, 2012	Início e fim
Sólidos totais voláteis	APHA, 2012	Início e fim
pH	APHA, 2012	Início e fim
Condutividade elétrica	APHA, 2012	Início e fim
Umidade aparente	Teste da mão (NUNES, 2009).	Duas vezes por semana
Aeração	Revolvimento manual	Duas vezes por semana
Redução de volume	Cubicagem	Final do processo

A medição de temperatura ocorreu diariamente em oito pontos (Figura 1) de cada leira, com o uso de um termômetro tipo espeto.

Figura 1: Pontos para a medição de temperatura utilizando o termômetro tipo espeto



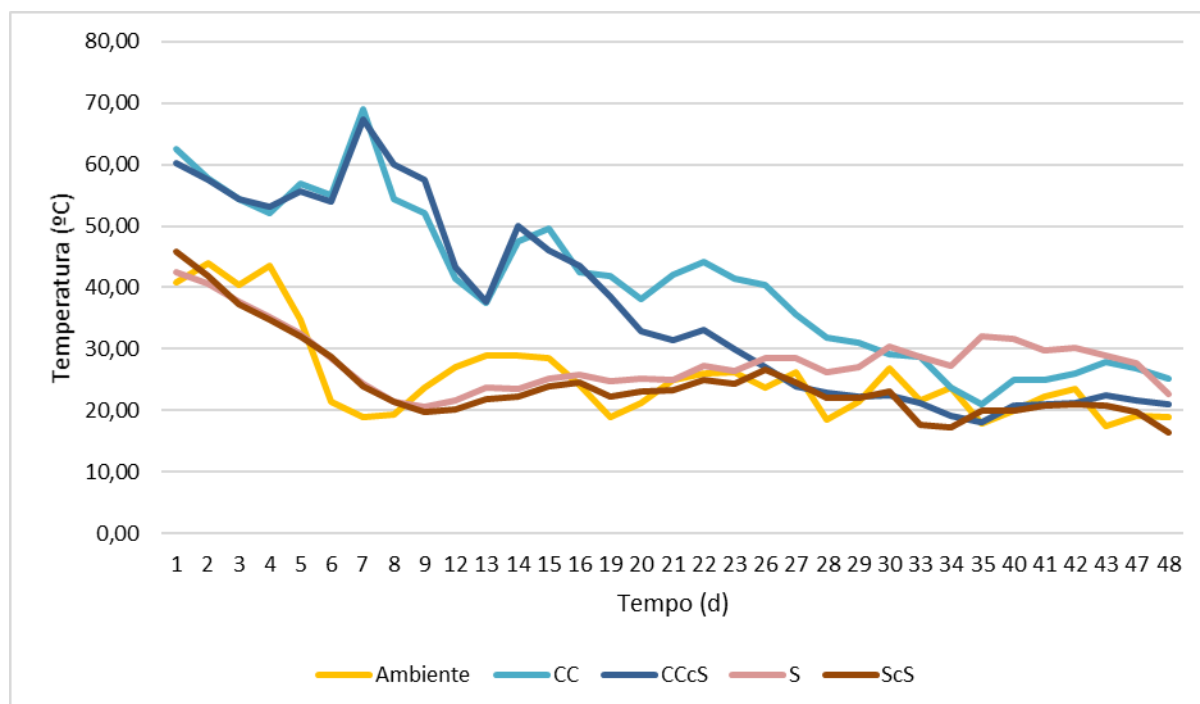
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O processo de compostagem, segundo Herbets et al. (2005), é dividido em duas etapas: de bioestabilização e de maturação. Na bioestabilização, os microrganismos se adaptam e crescem, o que faz com que a temperatura se eleve, caracterizando a fase termofílica.

Nas leiras S e ScS não foi observada a fase termofílica, visto que as temperaturas permaneceram abaixo de 50°C. Já as leiras CC e CCcS tiveram máximas temperaturas médias de, respectivamente: 69,0°C; 67,4°C. Nesse caso, os resultados foram similares ao descrito por Airaksinen et al. (2001), que fizeram testes com diferentes tipos de materiais misturados a cama de equino e obtiveram temperaturas próximas a 50°C.

Os tratamentos CCcS e ScS apresentaram um decaimento da temperatura logo após a fase termofílica, ou seja, após a adição de sulfato de amônia aos 7 dias após o início do processo (Figura 2).

Figura 2: Temperatura média dos tratamentos



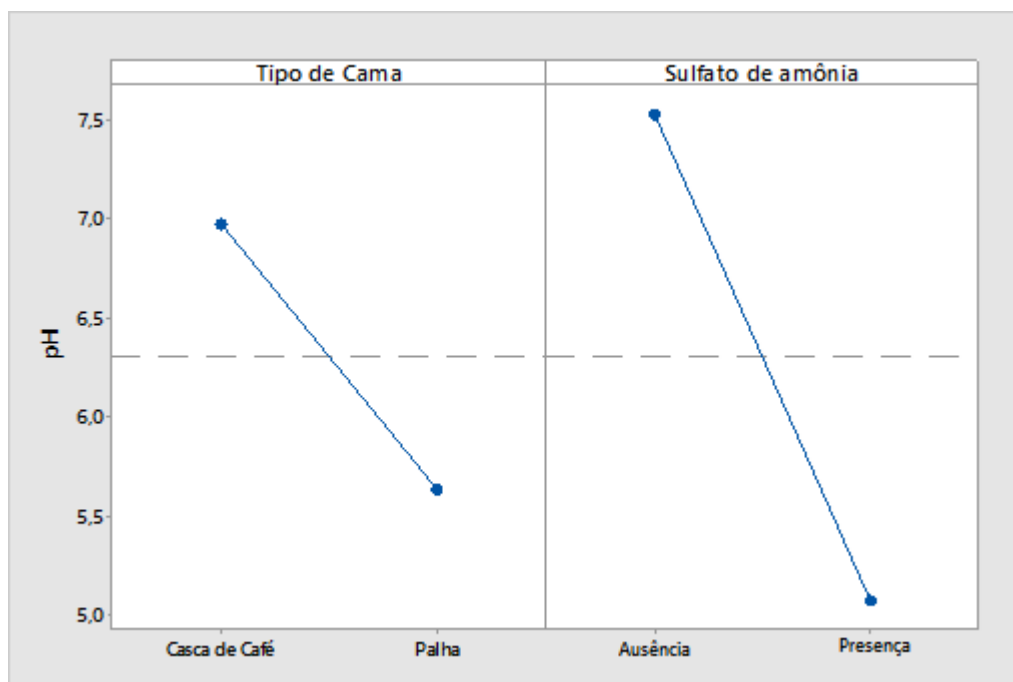
Os valores de pH diminuíram do início até o final do processo em: 21,86% (CC); 30,32% (CCcS); 12,56% (S); 55,77% (ScS). Percebe-se que as maiores reduções de pH foram obtidas nos tratamentos em que foram adicionados sulfato de amônia. Além disso, a adição de sulfato de amônia aumentou os níveis de condutividade elétrica. O aumento da condutividade dos tratamentos foi de: 58,12% (CC); 70,10% (CCcS); 48,47% (S); e 64,64% (ScS). Valores superiores a 1,2 mS.cm⁻¹ inviabilizam um pós-tratamento com vermicompostagem, pois há comprometimento significativo na sobrevivência das minhocas (EDWARDS, 2004; LOURENÇO, 2010). Dessa forma, a nenhum dos tratamentos poderia se aplicar a vermicompostagem (Tabela 2).

Tabela 2: Resultado de pH e condutividade elétrica no início e no final do processo

Treatamento	Condutividade Elétrica (mS.cm ⁻¹) inicial	pH inicial	Condutividade Elétrica (mS.cm ⁻¹) final	pH final
CC	1,65	9,56	3,94	7,47
CCcS	1,71	9,30	5,72	6,48
S	2,19	8,68	4,25	7,59
ScS	2,21	8,32	6,25	3,68

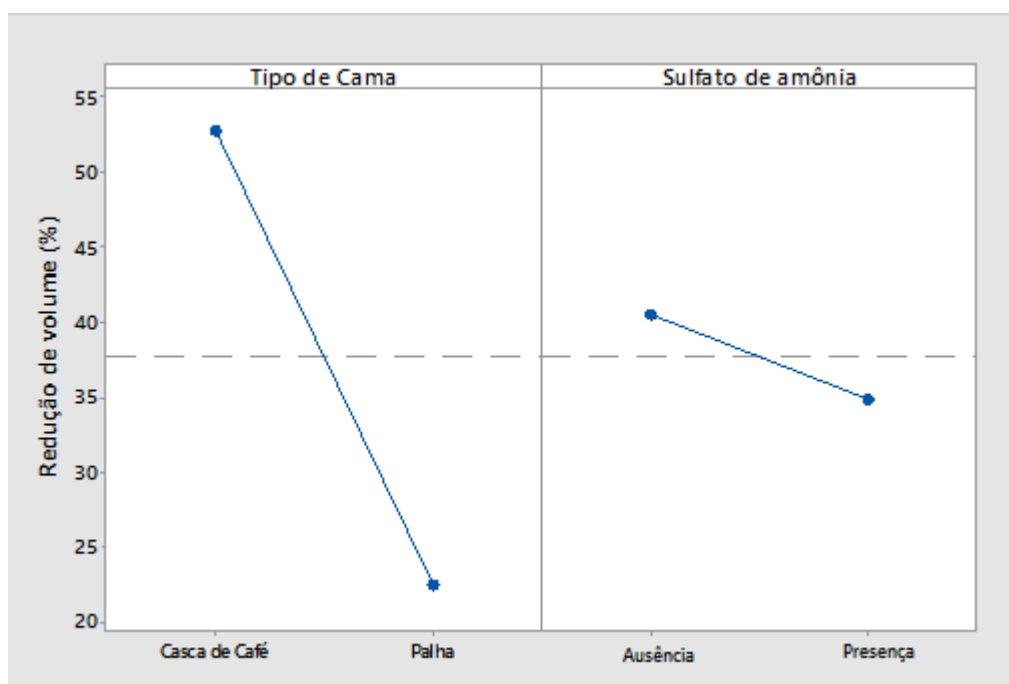
Utilizando design fatorial 2² pode-se perceber que o principal efeito da redução do pH foi ocasionado pela adição de sulfato, representado pela linha maior da Figura 3, em que as variações do valor de pH das leiras com a presença e ausência de sulfato foram muito superiores do que as variações relacionadas como tipo de cama utilizado.

Figura 3: Principais efeitos da redução do pH



Os resultados de redução de volume foram superiores a 20% para todos os tratamentos, o que está de acordo com o observado em estudos de YUE et al. (2008). A partir do design fatorial 2² foi possível perceber que a redução do volume teve maior influência em relação ao tipo de cama do que com a adição de sulfato (Figura 4). As maiores reduções foram observadas na cama de casca de café, com valores de 57,58% e 48,15% para os tratamentos CC e CCcS, demonstrando que esse material é de mais fácil degradação. Já a cama de sepilho apresentou reduções de 23,46% e 21,58% para os tratamentos S e ScS, respectivamente.

Figura 4: Principais efeitos da redução de volume



A redução de sólidos voláteis demonstra que a matéria orgânica foi degradada (BREITENBECK; SCHELLINGER, 2004). Houve reduções de sólidos voláteis nas leiras CC e S de, respectivamente, 8,26% e 2,11%. Valores similares foram encontrados por GONÇALVES (2014), que obteve redução de 11,79% para cama de equino de CC e 3,21% para cama de equino de S após 42 dias de compostagem. Já para as leiras CCcS e ScS não se observou redução significativa de sólidos voláteis, indicando que o sulfato pode ter prejudicado a degradação da matéria orgânica.

Segundo a Instrução Normativa nº 25/2009 do MAPA, o valor do teor de carbono mínimo para compostos é igual a 15% (BRASIL, 2009), parâmetro este atendido por todos os tratamentos. Foi possível observar reduções de carbono nos tratamentos sem adição de sulfato de 8,75% para CC e de 2,30% para S. Entretanto, nos tratamentos CCcS e ScS as reduções foram insignificantes. As reduções de carbono indicam a conversão da forma mineral para forma orgânica pelos microrganismos e o restante eliminado em forma de gás carbônico (KIEHL, 2004).

Tabela 3: Valores de percentagem de carbono final

Tratamento	Carbono inicial (%)	Carbono final (%)
CC	34,98	31,92
CCcS	32,93	32,86
S	21,77	21,27
ScS	35,71	36,01

Além do exposto, pode-se relatar que o composto final ficou totalmente descaracterizado e durante o processo não houve a presença de indicadores de falha no dimensionamento ou manejo da leira como odores, presença de chorume e atração de insetos.

5. CONCLUSÃO

O tratamento CC apresentou melhores resultados em relação a pH, redução de volume e remoção de sólidos voláteis. Foi possível identificar que o sulfato de amônia interferiu no aumento da condutividade elétrica e na redução do pH, principalmente na leira ScS. Além disso, o tipo de cama teve maior impacto na redução de volume, observando melhor degradabilidade nas leiras com CC e menor degradabilidade nas leiras com S.

REFERÊNCIAS

AIRAKSINEN, S.; HEINONEN-TANSKI, H.; HEISKANEN, M.L. Quality of different bedding materials and their influence on the compostability of horse manure. *Journal of Equine Veterinary Science*. V.21, n.3, p. 125-130. 2001.

APHA. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, 22nd Ed.: American Public Health Association. American Water Works Association, Water Environment Federation. Washington, DC. 2012.

BORIONI, N., MARINARO, P., CELESTINI, S., DEL SOLE, F., MAGRO, R., ZOPPI, D., BONASSI, S. Effect of equestrian therapy and onotherapy in physical and psycho-social performances of adults with intellectual disability: a preliminary study of evaluation tools based on the ICF classification. *Disability and Rehabilitation*. V. 34, n. 4, p. 279–287. 2012.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 25, de 23/07/2009. Disponível em: <<http://www.laborsolo.com.br/arquivos/normativas/INM25.pdf>> Acesso em 30 nov. 2016.

BREITENBECK, G. A., & SCHELLINGER, D. Calculating the Reduction in Material Mass and Volume during Composting. *Compost Science & Utilization*. V. 12, n. 4, p. 365–371. 2004.

CHOWDHURY, A. K. M. M. B.; AKRATOS, C. S.; VAYENAS, D. V.; PAVLOU, S. Olive mill waste composting: a review. *International Biodeterioration & Biodegradation*. V. 85, p. 108-119, 2013.
EDWARDS, C.A. Earthworm ecology. *Earthworm ecology*. V. 2, p. 417. 2004.

GARLIPP, F.; HESSEL, E.F; WEGHE, V. D.; HERMAN, F. A. Characteristics of gas generation (NH_3 , CH_4 , N_2O , CO_2 , H_2O) from horse manure added to different bedding materials used in deep litter bedding systems. *Journal of Equine Veterinary Science*. V. 31, p. 383–395. 2011.

GONÇALVES, F. Tratamento De Camas De Equinos Por Compostagem E Vermicompostagem. 133 p., 2014. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina.

HADIN, Å.; ERIKSSON, O., HILLMAN, K. A review of potential critical factors in horse keeping for anaerobic digestion of horse manure. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. V. 65, p. 432 - 442. 2016.

HERBETS, R. A.; COELHO, C.R. de A.; MILETTI, L.C.; MENDONÇA, M.M. de. Compostagem de resíduos sólidos orgânicos: aspectos biotecnológicos. *Revista Saúde e Ambiente / Health and Environment Journal*. v. 6, n.1. 2005.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Séries históricas: Temas e subtemas. – Agropecuária – Rebanhos e Produção Animal (dados anuais) – Efetivo dos rebanhos por tipo de rebanho (1974-2014). 2014. Disponível em: <<http://seriesestatisticas.ibge.gov.br/series.aspx?no=1&op=0&vcodigo=PPM01&t=efetivo-rebanhos-tipo-rebanho>> Acesso em 25 fev. 2017.

KIEHL, E.J. Manual da Compostagem: Maturação e Qualidade do Composto. 4ªed. Piracicaba, 4ªed. 2004. 173 p.

LÓPEZ-GONZÁLEZ, J.A., SUAREZ-ESTRELLA, F., VARGAS-GARCÍA, M.C., LÓPEZ, M.J., JURADO, M.M., MORENO, J. Dynamics of bacterial microbiota during lignocellulosic waste composting: Studies upon its structure, functionality and biodiversity. *Bioresource Technology*. V. 175, p. 405-416. 2015.

LOURENÇO, N.M.G. Características da minhoca epígea *Eisenia foetida* – benefícios, características e mais-valias ambientais decorrentes de sua utilização. 5p. Lisboa-Portugal. 2010.
NUNES, M.U.C. Compostagem de resíduos para produção de adubo orgânico na pequena propriedade. Circular técnico – Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju. V. 59, p. 7. 2009.

PARVAGE, M. M., ULÉN, B., & KIRCHMANN, H. Are horse paddocks threatening water quality through excess loading of nutrients. *Journal of Environmental Management*. V. 147, p. 306–313. 2015.

PEREIRA NETO, J. T. On the Treatment of Municipal Refuse and Sewage Sludge Using Aerated Static Pile Composting – A Low Cost Technology Approach. University of Leeds, Inglaterra. P. 839-845. 1987.

QIAN, X., SHEN, G., WANG, Z., GUO, C., LIU, Y., LEI, Z., ZHANG, Z. Co-composting of livestock manure with rice straw: characterization and establishment of maturity evaluation system. *Waste Management*. V. 34, p. 530-535. 2014.

SHAFAWATI, S.N., SIDDIQUEE, S. Composting of oil palm fibres and *Trichoderma* spp. as the biological control agent: A review. *Int. International Biodeterioration & Biodegradation*. V. 85, p. 243-253. 2013.

WATTEAU, F., VILLEMIN, G. Characterization of organic matter microstructure dynamics during co-composting of sewage sludge, barks and green waste. *Bioresource Technology*. V. 102, p. 9313-9317. 2011.

YUE, B., CHEN, T. BIN, GAO, D., ZHENG, G. DI, LIU, B., & LEE, D. J. Pile settlement and volume reduction measurement during forced-aeration static composting. *Bioresource Technology*. V. 99, n. 16, p.7450–7457. 2008.