

CARACTERIZAÇÕES MICROBIOLÓGICAS E QUÍMICAS EM RESÍDUOS ORGÂNICOS SUBMETIDOS À VERMICOMPOSTAGEM

MICROBIOLOGICAL AND CHEMISTRY CHARACTERIZATION IN ORGANIC WASTE SUBMITTED TO VERMICOMPOSTING

Rodrigo Ferreira da Silva^{1*}; Noeli Julia Schussler de Vasconcellos²; Gerusa Pauli Kist Steffen³; Rodrigo Bragança Dotto⁴; Leticia Grutka⁴.

RESUMO

A destinação dos resíduos das estações de tratamento de efluentes, conhecidos como lodo de esgoto, de esterco de bovinos e ovinos proveniente de frigoríficos, atividades leiteiras e confinamentos, repercute em problemas de contaminação ambiental. O objetivo desse trabalho foi verificar se o processo de vermicompostagem altera a população de coliformes totais, fecais e teor de nitrogênio total em lodo de esgoto e esterco de bovino e ovino. O experimento foi desenvolvido no Laboratório de Microbiologia Ambiental da UNIFRA, Santa Maria, RS, em microcosmos de vidro de 1L. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com quatro tratamentos (formados pela presença ou não de minhocas da espécie *Eisenia andrei* (BOUCHÉ, 1983) e adição ou não de solução bacteriana) com três repetições. Os parâmetros avaliados foram coliformes fecais, coliformes totais e teor de nitrogênio total, antes e após 48 dias. O processo da vermicompostagem reduz a presença de coliformes fecais no lodo de esgoto, esterco de bovino e ovino. A vermicompostagem aumenta o teor de nitrogênio total no lodo de esgoto e não altera nos esterco de bovino e ovino.

Palavras chave: lodo de esgoto; coliformes, esterco bovino; *Eisenia andrei*.

ABSTRACT

The disposal of waste from sewerage treatment plants, known as sewage sludge, manure from cattle and sheep from slaughterhouses, feedlots and dairy activities, reflected in problems of environmental

contamination. The aim of this study was to determine if the process of vermicomposting alter the population of total coliform, fecal and total nitrogen content in sewerage sludge and manure of cattle and sheep. The experiment was conducted at the Laboratory of Environmental Microbiology UNIFRA, Santa Maria, microcosmos in glass 1L. The experimental design was completely randomized design with four treatments (formed by the presence or absence of earthworms *Eisenia andrei* (BOUCHÉ, 1983) and with or without addition of bacterial solution) with three replications. The parameters were fecal coliforms, total coliforms and total nitrogen content before and after 48 days. The process of vermicomposting reduces the presence of fecal coliforms in the sewerage sludge, manure from cattle and sheep. The vermicomposting increases the total nitrogen content in sewerage sludge but no change in manure of cattle and sheep.

Key words: sewerage sludge; coliforms; bovine manure; *Eisenia andrei*

INTRODUÇÃO

A poluição de solos, águas superficiais e subterrâneas pela adição de lodo de esgoto e esterco bovino tem se tornado evidente na região central do Estado do Rio Grande do Sul. Estes resíduos apresentam elevada população de coliformes fecais e totais, o que pode interferir na biodiversidade e inviabilizar o uso desses materiais orgânicos no meio ambiente. A Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos afirma que o descarte do resíduo das estações de tratamento de efluentes, pertencente à classe B, pode resultar em riscos de poluição ambiental e à saúde pública, devido ao elevado

^{1*} Engenheiro Agrônomo, Dr., Professor Adjunto do Departamento de Agronomia da UFSM – CESNORS - FW, Linha 7 de Setembro s/n, Caixa Postal 54, CEP 98400-000, Frederico Westphalen (RS). rodrigossilva@smail.ufsm.br.

² Bióloga, Doutoranda do PPG - Ciência do Solo UFSM, Professora do Centro Universitário Franciscano – UNIFRA, RS. Rua dos Andradas 1614, CEP: 97100-000. Santa Maria, RS. noejuabio@yahoo.com.br

³ Engenheiro Agrônomo, Doutoranda do PPG - Ciência do Solo - UFSM, Santa Maria, RS. gpauli@smail.ufsm.br

⁴ Acadêmico do Curso de Engenharia Ambiental do Centro Universitário Franciscano/UNIFRA, Santa Maria – RS. e-mail: rodrigobd@terra.com.br, letigrutka@terra.com.br;

número de coliformes fecais e outros patógenos (ANGLE, 1994). A ingestão pelo homem, de alimentos ou água contaminada por esses microrganismos patogênicos, pode provocar, entre outras doenças, complicações gastrintestinais, respiratórias, hepatites, dermatoses e cólera (BUCHANAN & DOYLE, 1997). Embora os sistemas de tratamentos de efluentes domésticos contribuam para a redução da carga contaminante de coliformes fecais, o material gerado pelo tratamento, denominado lodo de esgoto, ainda contém número significativo de coliformes fecais e totais, assim como o esterco bovino proveniente de áreas agrícolas, depositado em grandes quantidades no solo. Nesse caso é necessário o estudo de formas alternativas para redução de microrganismos patogênicos nesses resíduos de descarte.

O tratamento e manejo corretos do lodo de esgoto urbano e dos esterco de bovino e ovino podem resultar em fonte de nutriente para a produção de alimentos e proporcionar melhorias nas condições químicas e biológicas do solo (SILVA *et al.*, 2002). Esses resíduos têm sido amplamente utilizados como fertilizante agrícola em propriedades rurais. Entretanto, podem ocorrer reduções dos teores de N, em razão das perdas por volatilização ou lixiviação durante o tratamento desses resíduos (TIQUIA & TAM, 2002), reduzindo seu potencial nutritivo. Além disso, esses resíduos apresentam elevado número de microrganismos nocivos à saúde humana. Segundo TURCO (1994), as fezes de animais podem apresentar concentrações entre 10^4 a 10^7 coliformes g^{-1} , podendo constituir 98% dos coliformes encontrados. A presença de bactérias coliformes é utilizada como um indicativo da qualidade e do nível de contaminação do solo e da água (TURCO 1994; HASSEN *et al.*, 2001). Assim, não somente o descarte inadequado de lodo de esgoto, mas também o de esterco de animais pode representar fonte potencial de microrganismos patogênicos ao homem.

Dentre as alternativas para o manejo e tratamento desse tipo de resíduo, tem-se a vermicompostagem como prática de baixo custo. A vermicompostagem é a tecnologia na qual se utilizam minhocas para a produção de composto orgânico (ANTONIOLLI, 2002; BIDONE, 2001). As espécies de minhocas *Eisenia andrei* e a *Eisenia fetida* (SAVIGNY, 1826) tem sido as mais utilizadas na vermicompostagem. Isso é devido à elevada capacidade de proliferação, ao crescimento rápido e a habilidade para transformar diversos tipos de resíduos orgânicos apresentada por estas espécies (ATIYEH, 2000; AQUINO & NOGUEIRA, 2001; DUTRA, 2001; VERAS & POVINELLI, 2004). O processo de vermicompostagem pode proporcionar a redução do número de microrganismos patogênicos dos resíduos, em função da atividade das minhocas e dos microrganismos que habitam seu trato digestivo (AQUINO *et al.*, 1991; AQUINO & NOGUEIRA, 2001). Desse modo, a vermicompostagem pode ser uma

alternativa para o tratamento de lodo de esgoto e esterco de bovino e ovino com vistas à disponibilização de nutrientes e redução da população de coliformes fecais.

O estudo do comportamento de microrganismos fecais em resíduos orgânicos torna-se necessário, devido às constantes aplicações de materiais orgânicos contaminados no solo. Tratar os resíduos orgânicos e ainda manter o seu potencial nutritivo, para aplicação agrícola é um desafio para ciência, mas que poderia ser amenizado por meio da adoção de práticas simples, como a vermicompostagem. Neste sentido, o objetivo desse trabalho foi determinar se o processo de vermicompostagem altera a população de coliformes totais, fecais e teor de nitrogênio total em lodo de esgoto e esterco de bovino e ovino.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Microbiologia Ambiental do Centro Universitário Franciscano (UNIFRA) em Santa Maria - RS. Como unidades experimentais foram utilizadas microcosmos de vidro com capacidade de 1L, os quais foram mantidos em laboratório durante o período experimental. Os microcosmos foram confeccionados utilizando-se um sistema de drenagem, no qual se colocou uma tela de sombrite acima de 1 cm de areia que estava sob 1 cm de brita fina. Os microcosmos foram mantidos em laboratório sem luminosidade com o auxílio de cortina de bloqueio à iluminação nas janelas.

A espécie de minhoca utilizada foi a *Eisenia andrei* (BOUCHÉ, 1983), obtida de uma população mantida no minhocário do Departamento de Solos da Universidade Federal de Santa Maria. Em cada unidade experimental, foram adicionadas 15 minhocas adultas. A presença de clitelo foi determinante para caracterizar minhoca adulta.

O trabalho foi desenvolvido em três experimentos distintos, com diferentes resíduos orgânicos e com intervalos de 24 horas para instalação. O primeiro correspondendo ao tratamento de lodo de esgoto, outro ao tratamento de esterco de bovinos e o terceiro ao tratamento de esterco de ovino. O lodo de esgoto foi coletado na estação de tratamento de efluentes pertencente à CORSAN em Santa Maria, RS. O sistema de tratamento de efluentes é por lodo ativado, apresentando alta eficiência na redução de coliformes fecais, sendo que o lodo utilizado no trabalho apresentou 65,5 % de umidade. O esterco bovino foi obtido do sistema de criação em confinamento do departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria – UFSM, RS. O esterco ovino foi oriundo do sistema de criação de ovinos também do departamento de Zootecnia da UFSM e coletado no galpão dormitório de ovelhas da raça Corriedale.

O delineamento experimental adotado em ambos os experimentos foi o inteiramente casualizado com três tratamentos (com ou sem minhoca e tempo zero (na instalação do experimento), ou após 48 dias), adição ou não de solução bacteriana e três repetições. Os tratamentos analisados foram: resíduo orgânico sem minhoca com 0 e 10 mL de solução de bactéria no tempo zero, resíduo orgânico sem minhoca com 0 e 10 mL de solução de bactéria após 48 dias, resíduo orgânico com minhoca com 0 e 10 mL de solução de bactéria após 48 dias. A adição de 10 mL de solução de bactérias foi para garantir a presença de coliformes fecais nos tratamentos.

As variáveis analisadas foram, número de coliformes fecais e totais utilizando-se a técnica dos tubos múltiplos, conforme ALEXANDER (1982) e teor de nitrogênio total, pelo método da destilação por via úmida, conforme BREMNER & KEENEY (1965). As avaliações foram realizadas no momento da instalação dos experimentos antes da adição das minhocas e após 48 dias da instalação dos experimentos. Após esse período as minhocas permaneceram na superfície dos resíduos orgânicos, o que caracterizou falta de alimento. Calculou-se a porcentagem de redução de coliformes fecais (CF) pela expressão: % redução de CF = $[100 - (n^{\circ} \text{CF após 48 dias} / n^{\circ} \text{FC tempo zero}) * 100]$ e o índice de eficiência da vermicompostagem dado por $[(\% \text{ redução de CF RO com minhoca após 48 dias} / \% \text{ de redução de CF RO sem minhoca após 48 dias}) * 100 - 100]$, sendo RO resíduo orgânico.

O número de coliformes totais e fecais foi obtido com o auxílio da tabela estatística do número mais provável (NMP) (ALEXANDER, 1982) e junto aos teores de nitrogênio foram submetidos à análise de variância e teste de comparação de médias de Tukey, tomando como base os níveis de significância maiores de 95% ($p < 0,05$), utilizando-se o programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2000).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

a) Alterações no número mais provável de coliformes totais e fecais nos tratamentos

Os resultados evidenciaram redução significativa do número de coliformes totais por grama nos resíduos submetido ao processo de vermicompostagem (Figura 1). Nos tratamentos com lodo de esgoto observou-se que o número inicial de coliformes totais foi de 3500 células bacterianas por grama de resíduo nos tratamentos sem solução bacteriana e 4600 células bacterianas por grama de resíduo nos tratamentos com solução bacteriana. Após 48 dias da instalação do experimento nos tratamentos com minhoca obtiveram-se 27 células de coliformes totais por grama de lodo no tratamento sem solução bacteriana e 140 células de coliformes totais por grama de lodo no tratamento com solução bacteriana, representando reduções de 99,2 e 96,9 %, respectivamente. Esses resultados concordam com os de FINOLA (1995) o qual relatou que as minhocas, ao se alimentarem, ingerem os microrganismos presentes nos resíduos orgânicos e desse modo, a ação das minhocas pode proporcionar maior segurança sanitária ao produto final, fundamentalmente, com relação à enterobactérias patogênicas.

Entretanto, o lodo de esgoto sem minhoca e sem solução bacteriana apresentou 1400 células de coliformes totais por grama de resíduo após 48 dias e 1100 células de coliformes totais por grama de lodo no tratamento com adição de solução bacteriana (Tabela 1). Esses resultados revelam reduções significativas de 40 e 23 %, na população de coliformes totais em relação ao lodo de esgoto inicial. Trabalhos científicos sobre compostagem de resíduos orgânicos indicam que o tempo, também é um fator importante na redução da população desses microrganismos (COSTA, 2006). Sendo que a remoção desses organismos pode ser devido à variação de temperatura, valores de pH, efeito de toxinas produzidas por outros microrganismos, competição, predação por microinvertebrados e escassez de nutrientes (DE OLIVEIRA, 1990; FEACHEM et al., 1983).

Tabela 1. Coliformes totais e fecais encontrados em lodo de esgoto, esterco bovino e ovino, na presença ou ausência de minhoca após 48 dias de vermicompostagem, com ou sem aplicação de solução bacteriana. Média de três repetições. Laboratório de Microbiologia Ambiental – UNIFRA, Santa Maria, RS, 2008.

Resíduo orgânico	Solução bacteriana	Coliforme total ---Célula bacteriana g ⁻¹ ---	Coliformes fecais
Lodo de esgoto	0	3500*b	140 ab
	10	4600 a	680 a
Lodo de esgoto sem minhoca após 48 dias	0	1400 c	110 ab
	10	1100 c	160 b
Lodo de esgoto com minhoca após 48 dias	0	27 e	22 d
	10	140 d	95 c
CV (%)		6,03	6,86
Esterco bovino	0	11000 b	2600 a
	10	17000 a	1400 b
Esterco bovino sem minhoca após 48 dias	0	3300 c	170 c
	10	140 de	48 d
Esterco bovino com minhoca após 48 dias	0	170 d	7,8 e
	10	79 e	1,4 e
CV (%)		7,09	7,67
Esterco ovino	0	16000 b	1000 b
	10	20000 a	1300 a
Esterco ovino sem minhoca após 48 dias	0	3500 d	150 d
	10	5250 c	300 c
Esterco ovino com minhoca após 48 dias	0	96 e	30 f
	10	210 e	90 e
CV (%)		6,37	5,96

* Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e dentro de cada resíduo orgânico não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Os resultados indicaram redução significativa do número de coliformes totais em esterco de bovino e de ovino quando submetido à vermicompostagem (Tabela 1). Observa-se redução no número de coliformes totais nos tratamentos sem ação das minhocas, de 11000 para 3300 células de coliformes totais por grama de esterco bovino e de 16000 para 3500 coliformes por grama de esterco ovino, correspondendo a reduções de 70 e 78 % respectivamente. Entretanto, com a ação das minhocas o número de coliformes totais no esterco bovino sem solução bacteriana passou de 11000 para 170, redução de 98,5 % e no esterco ovino de 16000 para 96 representando redução de 99,4 % (Tabela 1, Figura 1). Estes resultados corroboram com estudos de CORREA (2007) que evidenciou redução de organismos patogênicos após a vermicompostagem. Essas reduções também são observadas quando se aplica solução bacteriana e evidenciam a eficiência das minhocas na redução de coliformes totais em esterco de bovino e ovino.

Nos tratamentos sem ação das minhocas e sem solução bacteriana nota-se que após 48 dias o número de coliformes fecais passou de 2600 para 7,8 no esterco de bovino e de 1000 para 150 no esterco de ovino (Tabela 1). Esses resultados representam reduções significativas de coliformes fecais de 93,5 % no esterco de bovino e 85 % no esterco de ovino (Figura 1). Durante as primeiras semanas de compostagem de um resíduo orgânico, a temperatura do composto atinge facilmente a faixa dos 50 a 70 °C, caracterizando a fase termófila (MADIGAN, et al, 2006). THAMBIRAJAH et al. (1995) verificaram no quarto dia de compostagem, pico de temperatura de 70 °C. Em outro experimento com esterco bovino a temperatura máxima observada foi de 65,9 °C (HANAJIMA et al., 2001). A manutenção da temperatura na faixa termófila, comum no início do processo de compostagem, pode ter contribuído para eliminação dos coliformes fecais presentes nos resíduos avaliados nesse trabalho.

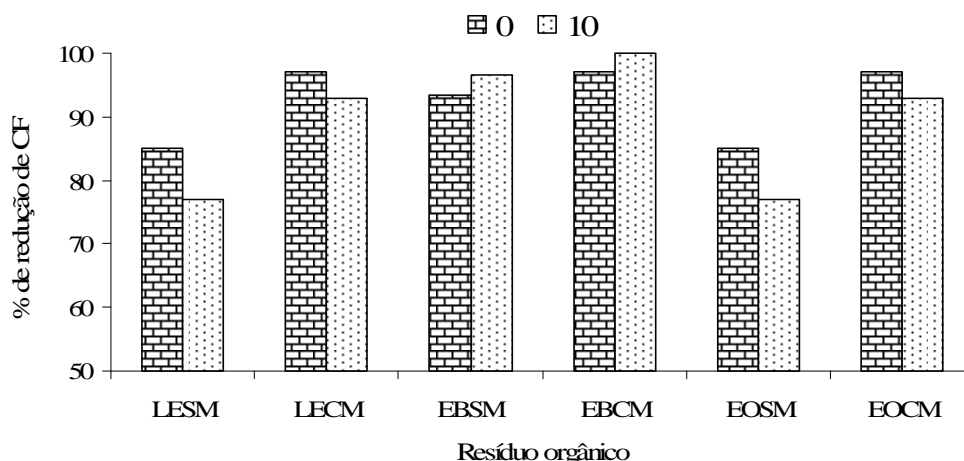


Figura 1. Redução percentual de coliformes fecais (% de redução de CF) em lodo de esgoto (LE), esterco bovino (EB) e esterco ovino (EO), sem adição de minhoca (SM) e com adição de minhoca (CM), com (10) e sem (0) solução bacteriana, após 48 dias de tratamento. Laboratório de Microbiologia Ambiental – UNIFRA, Santa Maria, RS, 2008.

A vermicompostagem também reduziu significativamente o número mais provável (NMP) de coliformes fecais em lodo de esgoto, esterco de bovino e de ovino (Tabela 1). Nos tratamentos sem solução bacteriana observa-se redução no número de coliformes fecais de 97 % no lodo de esgoto, esterco de bovino e no esterco de ovino, enquanto que nos tratamentos com solução bacteriana as reduções foram de 99,9 % no esterco de bovino e 93 % no esterco de ovino e lodo de esgoto (Figura 1). Esses resultados se assemelham aos obtidos por ORRICO et al (2007), para esterco de cabras, SCHMIDT (2002) e SEDIYAMA et al (2008), para dejetos suínos, que constataram reduções de 99% para coliformes totais e fecais. O resíduo orgânico, após ser ingerido pelas minhocas sofre ações mecânica, bioquímica e também, biotransformações realizadas por microrganismos que habitam o seu trato digestivo, capazes de alterar a população de microrganismos presentes (BIDONE, 2001). Os resultados nesse

trabalho evidenciam que as minhocas apresentam potencial para redução de coliformes fecais em lodo de esgoto e esterco de bovino e de ovino.

O índice de eficiência da vermicompostagem indica efeito positivo da ação das minhocas na redução de coliformes fecais, com aumento de 14 e 20 % nas doses 0 e 10 mL, no lodo de esgoto e esterco ovino (Figura 2). Segundo FINOLA (1995), na fase de maturação do composto, a vermicompostagem pode ser considerada uma técnica adicional para o controle de patógenos, normalmente presentes em resíduos sólidos orgânicos, e por essa razão, os riscos para a saúde humana, advindos da aplicação agrícola do resíduo podem ser reduzidos. Desse modo, a vermicompostagem pode ser utilizada para o tratamento de resíduos orgânicos com vistas à redução do número de coliformes fecais, principalmente em lodo de esgoto e esterco ovino que apresentaram maior índice de eficiência.

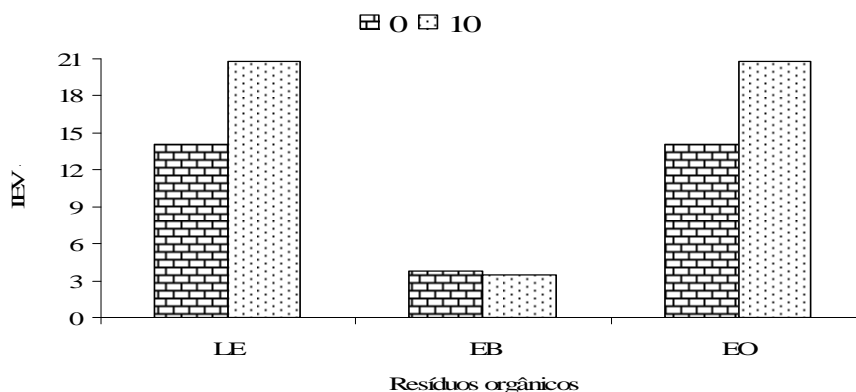


Figura 2. Índice de eficiência da vermicompostagem (IEV) dos resíduos orgânicos: lodo de esgoto (LE), esterco de bovino (EB) e esterco de ovino (EO), com (10) e sem (0) solução bacteriana, após 48 dias de tratamento. Laboratório de Microbiologia Ambiental – UNIFRA, Santa Maria, RS, 2008.

b) Alterações no teor de nitrogênio total nos tratamentos

Observou-se aumento significativo nos teores de nitrogênio no lodo de esgoto nos tratamentos submetidos ao processo de vermicompostagem (Tabela 2). O teor de nitrogênio total (N-total) no lodo sem adição de solução bacteriana e sem minhoca foi de 24,5 mg Kg⁻¹ e o tratamento com adição de 10 mL de solução bacteriana apresentou 31,5 mg Kg⁻¹. Após 48 dias submetido à ação das minhocas, observou-se no tratamento sem solução bacteriana aumento no teor de nitrogênio para 43,17 mg Kg⁻¹. Enquanto que no tratamento com adição de 10 mL de solução bacteriana obteve-se 49 mg Kg⁻¹ de N-total. Aumento de 76,2 % e 55,5 % no teor de nitrogênio total nos tratamentos submetidos à ação das minhocas sem e com solução bacteriana, respectivamente. Esses resultados evidenciam que a vermicompostagem exerce influência no aumento do teor de nitrogênio

total em lodo de esgoto. Isso demonstra a importância da utilização da vermicompostagem na transformação de resíduos em húmus para ser aplicado como fertilizante orgânico em espécies vegetais (SILVA, 2002).

O lodo de esgoto sem minhocas após 48 dias, apresentou teores de 35 mg Kg⁻¹ e 37,33 mg Kg⁻¹ (Tabela 2). Esses valores de nitrogênio total, embora maiores, não se diferenciam significativamente dos teores da determinação inicial, sem minhoca e da determinação do lodo com minhoca após 48. Isso indica que o tempo também é um fator determinante na formação de nitrogênio total em lodo de esgoto. VERAS & POVINELLI (2004) relatam que, o aumento no teor de nitrogênio, sem que haja a influência da minhoca, pode ser atribuído à possibilidade de ocorrer adição por meio da fixação do nitrogênio atmosférico, contido no interior do composto, ao final do processo de compostagem quando o composto está curado, quase seco.

Tabela 2. Teor de nitrogênio total (N-total) determinado no lodo de esgoto, esterco de bovino e ovino, com (10) ou sem (0) solução bacteriana, antes e após o processo de vermicompostagem. Laboratório de Microbiologia Ambiental – UNIFRA, Santa Maria, RS, 2008.

Resíduo orgânico	Solução Bacteriana	Sem minhoca	Sem minhoca após 48 dias	Com minhoca após 48 dias
----- N-Total (mg Kg ⁻¹) -----				
Lodo de esgoto	0	24,5* aB	35,00 aAB	43,17 aA
	10	31,5 aB	37,33 aAB	49,00 aA
CV = 8,68				
Esterco bovino	0	23,33* aA	35,00 aA	18,67 aA
	10	39,67 aA	18,67 aA	21,00 aA
CV = 23,15				
Esterco ovino	0	22,75 aA	17,50 aA	14,75 aA
	10	18,67 aA	15,75 aA	15,05 aA
CV = 9,15				

* Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Em esterco de bovino e de ovino a ação das minhocas não altera significativamente os teores de nitrogênio total (Tabela 2). LOUREIRO et al. (2007) também não encontraram diferença nos teores de nitrogênio em esterco bovino e resíduo domiciliar submetido à vermicompostagem. O nitrogênio é o nutriente com maior variabilidade em seu conteúdo sendo considerado o mais susceptível a perdas, tanto por volatilização quanto por lixiviação. Provavelmente, o teor de umidade do esterco tenha proporcionado possíveis perdas de nitrogênio. A umidade favorece a retenção da amônia (NH₃), pois esse gás combinado com a água produz hidróxido de amônio (NH₃ + HOH

□□ NH₄OH) (VERAS & POVINELLI, 2004). Para teores de umidade menores que 40% pode haver perda de amônia no solo (BIDONE, 1995). Portanto, a redução no teor de nitrogênio total nos tratamentos com esterco sob a influência da minhoca, pode ser devido às possibilidades de perda desse elemento em condições de pouca umidade (VERAS & POVINELLI, 2004). Observa-se diminuição percentual de 20 % e 53 % do teor de nitrogênio em esterco bovino, em relação aos tratamentos com e sem minhoca, sem e com adição de solução bacteriana, respectivamente (Tabela 2).

Os resultados obtidos nesse trabalho evidenciam a possibilidade do uso do processo de vermicompostagem para redução de coliformes em resíduos orgânicos, bem como, aumento do teor de nitrogênio em lodo de esgoto. Entretanto, para maximizar os teores de nitrogênio no húmus produzido a partir de esterco, recomenda-se o desenvolvimento de trabalhos visando determinar a umidade que possibilite menor perda desse elemento durante a vermicompostagem.

CONCLUSÕES

O processo da vermicompostagem reduz a presença de coliformes fecais no lodo de esgoto, esterco de bovino e ovino.

A vermicompostagem é mais eficiente que a compostagem na redução de coliformes fecais.

A vermicompostagem aumenta o teor de nitrogênio total no lodo de esgoto e não altera nos esterco de bovino e ovino.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALEXANDER, M. Most probable number method for microbial populations. A.L. Page (ED.), *Methods of Soil Analysis. Part 2. Chemical and microbiological properties. American Society of Agronomy*. Madison, WI, USA. 1982. P. 815 – 820.
- ANGLE, J. S. Sewage sludge: pathogenic considerations. In: CLAPP, C. E.; LARSON, W. E. & DOWDY, R. H. (eds) **Sewage sludge: Land utilization and the environment**, ASA, Madison, 1994, p. 35-39.
- ANTONIOLLI, Z.I. *et al.* **Minhocultura e vermicompostagem**. Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Departamento de Solos. Boletim Técnico nº 3, 24 pg., Santa Maria, 2002.
- AQUINO, A. M.; ALMEIDA, D. L.; SILVA, V. F. **Utilização de minhocas na estabilização de resíduos orgânicos e vermicompostagem**. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 1991. p. 2-11 (Boletim Técnico 6).
- AQUINO, A. M.; NOGUEIRA, E. M. **Fatores limitantes da vermicompostagem de esterco suíno e de aves e influência da densidade populacional das minhocas na sua reprodução**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2001. 10 p. (Embrapa Agrobiologia, Documentos, 147).
- ATIYEH, R. M.; DOMÍNGUEZ, J.; SUBLER, S.; EDWARDS, C. A. Changes in biochemical properties of cow manure during processing by earthworms (*Eisenia andrei*, Bouché) and the effects on seedling growth. **Pedobiologia**, Jena, v. 44, n. 6, p. 709-724, 2000.
- BIDONE, F. R. A. **A Vermicompostagem dos Resíduos Sólidos de Curtume, Brutos e Previamente Lixiviados, Utilizando Composto de Lixo Orgânico Urbano como Substrato**. São Carlos, 184p. Tese de Doutorado - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. 1995.
- BIDONE, F. R. A. **Resíduos sólidos provenientes de coletas especiais: eliminação e valorização**. Rio de Janeiro, ABES, 218 p. 2001.
- BOUCHÉ, M. B. The establishment of earthworm communities. In: SATCHELL, J. E. (Ed.). **Earthworms ecology: from Darwin to vermiculture**. London: Chapman and Hall, 1983. p. 431-448.
- BREMNER, J. M.; KEENEY, D. R. Steam distillation methods for determination of ammonia, nitrate and nitrite. **Anal. Chem. Acta.**, Amsterdam, v. 32, p. 485-495, 1965.
- BUCHANAN, R. L.; DOYLE, M. P. Foodborne disease significance of *Escherichia coli* O157:H7 and other enterohemorrhagic *E. coli*. **Food Technology**, v. 51, n. 10, P.69-76, 1997.
- CORREA, R. S.; FONSECA, Y. M. F.; CORREA, A. S. Produção de biossólido agrícola por meio da compostagem e vermicompostagem de lodo de esgoto. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental**, Campina Grande, v. 11, n. 4, p. 420-426, 2007.
- COSTA, M. S. S. et al. Desempenho de quatro sistemas para compostagem de carcaça de aves. **Revista Brasileira Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 10, n. 3, P. 692-698, 2006.
- DE OLIVEIRA, R. The performance of deep waste stabilization ponds in northeast Brazil. **Ph. D., Thesis**, The University of Leeds, U. K. 231 p., 1990.
- DUTRA, L. C. **Compostagem e vermicompostagem em bagaço de uvas**. 2001. 117 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia e Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2001.
- FEACHEM, R. G., BRADLEY, D. J., GERELICK, H. and MARA, D. D. Sanitation and Disease. Health Aspects of Excreta and Wastewater Management. Chichester: John Wiley & Sons, 1983, 347 p.

FERREIRA, D.F. **Sistemas de análise estatística para dados balanceados**. Lavras. Disponível em: <<http://www.ufla.br/dex/sisvar>>. 2006. 145 p.

FINOLA, M.; RODRIGUEZ, C.; BEOLETTO, V. Bacteriologia gastrointestinal de la lombriz *Eisenia foetida* cultivada em cama de pollos parrilleros compostada. **Revista Argentina de Microbiologia**, Buenos Aires, v.27, n.04, p. 210-213, 1995.

HANAJIMA, D.; KURODA, K.; HAFGA, K. Enhancement of the thermophilic stage in cattle waste composting by addition of the tofu residue. **Bioresource Technology**, Oxford, v.78, n.2, p.213-16, 2001.

HASSEN, A.; BELGUTH, K.; JEDIDI, N.; CHERIF, A.; CHERIF, M.; BOUDABOUS, A. Microbial characterization during composting of municipal solid waste. **Bioresource Technology**, Barking, v.80, n.3, p.217-25, 2001.

LOUREIRO, D.C. et al. Compostagem e vermicompostagem de resíduos domiciliares com esterco bovino para a produção de insumo orgânico. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v. 42, n. 7, P. 1043-1048, jul. 2007.

MADIGAN, M. T.; MARTINKO, J. M. E PARKER, J. **Biology of Microorganisms**. Rio de Janeiro. Prentice Hall do Brasil. 10. ed. 986 p. 2006.

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

SCHMIDT, V. Sobrevivência de microorganismos mesófilos e perfil físico-químico e estação de tratamento de dejetos suínos. **Acta Scientiae Veterinariae**, v.30, n.3, p.205-206, 2002.

SEDIYAMA, M.A.N.; VIDIGAL, S.M.; PEDROSA, M.W.; PINTO, C.L.O. & SALGADO, L.T. Fermentação de esterco de suínos para uso como adubo orgânico. Campina Grande, PB, UAEAg/UFCG. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.12, n.6, p.638-644, 2008.

SILVA, C. D. da; COSTA, L. M. da; MATOS, A. T. de; CECON, P. R.; SILVA, D. D. Vermicompostagem de lodo de esgoto urbano e bagaço de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental**, Campina Grande, v. 6, p. 487-491, 2002.

THAMBIRAJAH, J.J.; ZULKALI, M.D.; HASHIM, M.A. Microbiological and biochemical changes during the composting of oil palm empty-fruitbunches. Effect of nitrogen supplementation on the substrate. **Bioresource Technology**, Oxford, v.52, n.52, p.133-44, 1995.

TIQUIA, S. M.; TAM, N. F. Y. Characterization and composting of poultry litter in forced aeration piles. *Process Biochemistry*, **Elsevier**, v.37, n.8, p.869-880, 2002.

TURCO, F. R. Coliform Bacteria. In: R.W Weeaver et al. *Methods of soil analysis, part-2 Microbiological and biochemical propepts*. Wi, SSSA, 1994. 1121 p.

VERAS, L. R. V.; POVINELLI, J. A vermicompostagem do lodo de lagoas de tratamento de efluentes industriais consorciada com composto de lixo urbano. **Revista Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 9, n. 3, p. 234-242, 2004.