



Uso de água residuária da suinocultura na bioestabilização de resíduos verdes urbanos¹

Morgana Suszek²; Silvio C. Sampaio²; Reginaldo F. Santos²; Ortência L. G. S. Nunes²; Simone D. Gomes² & Larissa S. Mallmann²

¹ Parte da Dissertação de Mestrado da primeira autora, apresentada a Universidade Estadual do Oeste do Paraná, UNIOESTE
² RHESA/UNIOESTE, Rua Universitária, 2069, Cascavel, PR, CEP 85819-110, (45) 3220-3262. E-mail: morgana_eq@hotmail.com; ssampaio@unioeste.br; reginaldof@fag.edu.br; tecnica_ffsico@almicro.com.br; simoned@unioeste.br

Protocolo 61

Resumo: Resíduos sólidos verdes provenientes de podas urbanas e de sobras de produtos hortifrutigranjeiros, assim como efluentes das atividades de suinocultura, apresentam-se como um dos principais problemas nas áreas urbanas e rurais. Uma alternativa à estabilização desses resíduos é a compostagem, seguida do processo de vermicompostagem. Neste estudo, avaliou-se a integração da compostagem e vermicompostagem na bioestabilização de resíduos sólidos verdes urbanos, utilizando-se água residuária da suinocultura e ativador comercial. Os resultados demonstraram a possibilidade da utilização da água residuária da suinocultura como agente inoculante, em substituição ao ativador comercial, visando a produção subsequente de vermicompostos. Os metais zinco e cobre foram detectados nos vermicompostos obtidos, entretanto, em concentrações que não oferecem riscos de contaminação ao solo, plantas e à saúde humana.

Palavras-chave: reúso, compostagem, vermicompostagem

Use of the swine wastewater in the biostabilization of urban green residues

Abstract: Green solid residues from urban pruning, rests of agricultural products and swine wastewater are problems in urban and rural areas. A alternative to stabilization of these residues is composting followed by wormcomposting. In this study the integration of composting and wormcomposting in the biostabilization of the urban green solid residues with swine wastewater and commercial activators was evaluated. The results showed the possibility of the swine wastewater utilization as inoculate agent, in substitution of commercial activator, with the objective of producing subsegmently wormcomposts. The metals zinc and copper were detected in obtained wormcomposts, however, their concentrations did not offer risk for human health, plants and soil contamination.

Key words: reuse, composting, wormcomposting

INTRODUÇÃO

Os resíduos sólidos verdes urbanos (podas de árvores e restos de produtos agrícolas) e também as águas residuárias procedentes dos sistemas de produção animal, quando inadequadamente manuseados e tratados constituem fonte de contaminação e agressão ao meio ambiente, sobretudo quando direcionados a lixões e mananciais hídricos.

Dentre os problemas relevantes relacionados aos resíduos sólidos verdes urbanos, cita-se a produção de percolados contaminantes, a proliferação de vetores e a produção de

odores. Em relação aos efluentes gerados pela suinocultura, de acordo com Jardim (2005), o Brasil possui cerca de 35 milhões de cabeças de suínos, sendo mais de 192 milhões de m³ por ano de água demandada pelo setor de produção e mais de 100 milhões de m³ por ano de efluentes gerados. Esses efluentes constituem fonte de poluição, visto que, juntamente com a produção de dejetos, ocorre a excreção de altas doses de fósforo e nitrogênio, em formas não assimiláveis pelas plantas e solo.

Neste contexto, tornam-se necessárias opções que contribuam na solução dos problemas ambientais ocasionados por esses resíduos sólidos e efluentes, propondo alternativas

que sejam técnica e economicamente viáveis e ambientalmente aceitas pela sociedade. Para tanto, um método simples e eficaz é o uso dos processos de compostagem e vermicompostagem que, além de diminuir o volume de resíduos sólidos verdes e promover uma forma de reúso para a água residuária da suinocultura fornece como, produto final, um fertilizante orgânico que pode ser utilizado na agricultura.

O objetivo deste estudo foi avaliar a integração dos processos de compostagem e vermicompostagem na bioestabilização de resíduos de poda, codispostos com resíduos da Central de Abastecimento local (CEASA) utilizando-se, como agente inoculante, água residuária da suinocultura e ativador comercial.

MATERIAL E MÉTODOS

Os resíduos de hortifrutigranjeiros utilizados neste estudo foram coletados na Central de Abastecimento de Cascavel, PR e os restos de poda urbana cedidos pela Secretaria Municipal de Meio Ambiente. A água residuária de suinocultura foi coletada na lagoa de descarga de uma pocilga com suínos em terminação. O ativador comercial utilizado era constituído por um coquetel de microrganismos.

No experimento de compostagem efetuaram-se a montagem de quatro pilhas, de formato cônico, e dimensões de 1,5 x 1,5 x 1,0 m, com aproximadamente 800 kg em massa, construídas à intempérie, de acordo com as codisposições apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1. Codisposições iniciais das pilhas de compostagem

Tratamento	Quantidades				Água
	RC	RP	ARS	AC	
C1	60%	40%	-	50 L	-
C2	-	100%	-	50 L	-
C3	60%	40%	50 L	-	-
C4	60%	40%	-	-	50 L

RC – Resíduos CEASA

RP – Resíduos podas

ARS – Água residuária da suinocultura

AC – Ativador comercial

Realizou-se a adição inicial de água residuária da suinocultura e ativador comercial com o intuito de repor a umidade e inocular microrganismos. A temperatura das pilhas de compostagem foi monitorada diariamente com o auxílio de um termômetro digital, em três pontos de cada pilha: base, centro e topo. O processo de aeração foi executado por reviramentos manuais, a cada três dias. Para o controle de umidade, realizaram-se análises semanais e, quando esta apresentou valores abaixo de 55% efetuou-se irrigação artificial com 50 L de água residuária de suinocultura no tratamento C3 e 50 L de água nos demais tratamentos. O índice pluviométrico foi controlado a partir de um pluviômetro instalado no local do experimento.

A etapa de vermicompostagem foi conduzida na Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE), no Campus de Cascavel, em ambiente protegido. Os tratamentos se constituíram na utilização dos compostos orgânicos provenientes da etapa de compostagem (V1, V2, V3 e V4) e de

esterco bovino (V5) como substratos. O esterco bovino foi avaliado devido este substrato ser comumente usado nos processos de vermicompostagem para fins comerciais. Foi utilizado um delineamento inteiramente casualizado (DIC) com quatro repetições por tratamento. O delineamento experimental foi utilizado apenas no experimento de vermicompostagem, por ser este o processo final de interesse na estabilização dos resíduos orgânicos.

Procedeu-se a vermicompostagem em vasos de 0,01 m³, em que cada vaso recebeu 5 kg de substrato e 111 g de minhocas, escolhidas aleatoriamente entre as espécies *Eisenia foetida* (Vermelha da Califórnia) e *Eudrilus eugeniae* (Africana).

Decorridos 45 dias de vermicompostagem, realizou-se a separação dos vermes e o peneiramento do húmus, em peneira de 4 mesh. Os dados foram submetidos à análise de variância e teste de comparação de médias, utilizando-se o Teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

As matérias-primas usadas no processo de compostagem, os compostos orgânicos, esterco bovino e vermicompostos obtidos, foram caracterizados físico-quimicamente. As determinações de umidade, pH em CaCl₂ e nutrientes seguiram metodologia de Tedesco et al. (1995). A determinação da matéria orgânica (MO) seguiu metodologia descrita por Kiehl & Porta (1980). Realizaram-se análises da concentração de zinco (Zn), cobre (Cu), cádmio (Cd), cromo (Cr) e chumbo (Pb) de acordo com EMBRAPA (1999). Determinou-se, ainda, a Demanda Química de Oxigênio (DQO) dos resíduos sólidos verdes urbanos e dos compostos orgânicos, segundo metodologia descrita por Gomes (1989) apud Damasceno (1996). Realizaram-se análises de pH, nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), zinco, cobre, cádmio, cromo, chumbo, DQO, sólidos totais, voláteis e fixos, de acordo com APHA (1998), para a caracterização da água residuária de suinocultura; determinou-se, também, a porcentagem de carbono orgânico a partir de metodologia descrita por Tedesco et al. (1995).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os parâmetros para caracterização dos resíduos provenientes de podas urbanas e da Central de Abastecimento são apresentados na Tabela 2.

Observa-se na Tabela 2 que os resíduos de hortifrutigranjeiros apresentaram, na ocasião da coleta, características ácidas, assim como o pH dos resíduos de podas urbanas.

A caracterização das águas residuárias da suinocultura utilizadas no experimento, encontra-se na Tabela 3.

Pela Tabela 3, constata-se que as águas residuárias apresentaram alta concentração de sólidos voláteis, indicando alta carga de compostos orgânicos.

As pilhas de compostagem referentes aos Tratamentos C1, C3 e C4, atingiram temperaturas termófilas em 24 horas, seguindo-se um período de intensa atividade microbiológica e temperaturas médias entre 45 e 60°C durante 42 dias, como observado na Figura 1.

Segundo Bidone (2001), mantendo-se a fase termófila por 30 dias, no mínimo, propicia condições satisfatórias de equilíbrio do ecossistema. A partir do 42º dia de compostagem

Tabela 2. Parâmetros físico-químicos dos resíduos sólidos verdes urbanos

Parâmetro	RC	RP
Umidade (%)	86,05	43,31
pH	3,62	5,40
MO (%)	79,19	88,39
C/N	63,75	28,55
C (%)	43,99	49,11
N (%)	0,69	1,72
P (%)	0,05	0,23
K (%)	1,00	2,60
DQO (mg g ⁻¹)	188,31	238,31
Zn (mg kg ⁻¹)	62,83	107,60
Cu (mg kg ⁻¹)	62,51	62,65
Cd (mg kg ⁻¹)	ND	ND
Cr (mg kg ⁻¹)	1,05	ND
Pb (mg kg ⁻¹)	ND	ND

MO - Matéria orgânica
 ND - Não detectado
 RC - Resíduos CEASA
 RP - Resíduos podas

Tabela 3. Parâmetros físico-químicos das águas residuárias da suinocultura (ARS)

Parâmetro	ARS 1	ARS 2
pH	8,49	8,63
C (mg L ⁻¹)	728,40	574,44
N (mg L ⁻¹)	220	190
P (mg L ⁻¹)	74	75
K (mg L ⁻¹)	100	200
DQO (mg L ⁻¹)	982,50	795
Sólidos totais (mg L ⁻¹)	1470	1800
Sólidos voláteis (mg L ⁻¹)	1003	1026,70
Sólidos fixos (mg L ⁻¹)	467	773,30
Zn (mg L ⁻¹)	ND	ND
Cu (mg L ⁻¹)	1,29	7,79
Cd (mg L ⁻¹)	0,61	0,51
Cr (mg L ⁻¹)	ND	ND
Pb (mg L ⁻¹)	ND	ND

ARS 1 - Água residuária da suinocultura utilizada no início do experimento;
 ARS 2 - Água residuária da suinocultura utilizada para irrigação no transcorrer do experimento

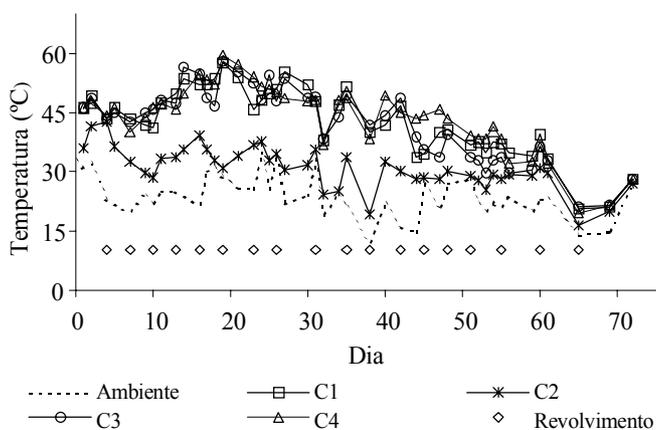


Figura 1. Temperaturas médias (base, centro e topo) das pilhas de compostagem

as temperaturas decresceram a valores mesófilos (abaixo de 45°C), até se aproximarem à temperatura ambiente, indicando o término da fase de degradação ativa e o início da fase de maturação. Resultados semelhantes foram observados por Fernandes et al. (2000).

O tratamento C2, no qual se utilizaram apenas podas urbanas como substrato, apresentou temperaturas termófilas no terceiro dia após a montagem da pilha, porém este não atingiu temperaturas superiores a 50°C. Destaca-se que as temperaturas do tratamento C2 mantiveram-se elevadas por um curto período, diferentemente do ocorrido com os demais tratamentos (Figura 1). Tal fato pode ser explicado por Bidone (2001), quando esse cita que os materiais mais grosseiros, como as podas de árvores, alcançam altas temperaturas, mas perdem calor facilmente e nitrogênio amoniacal, devido aos revolvimentos. Assim, o processo de degradação ocorre mais lentamente, pois o nitrogênio é um nutriente essencial ao crescimento dos microrganismos que degradam a matéria orgânica (Nunes, 1996).

Os teores de umidade das pilhas de compostagem no transcorrer do experimento são apresentados na Figura 2.

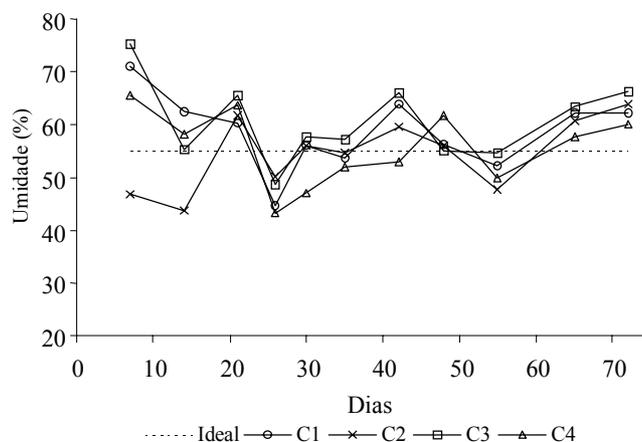


Figura 2. Umidades observadas nas pilhas de compostagem

Considerando-se o teor de umidade ideal de 55% e o índice de precipitação durante a compostagem (72 dias), fizeram-se necessárias irrigações artificiais com 50 L de água pura no tratamento C2, aos 10 e 16 dias, e nos tratamentos C1 e C4, aos 26 dias do experimento. Uma irrigação com 50 L de água residuária de suinocultura (ARS 2) foi feita no tratamento C3, aos 26 dias.

As características físico-químicas dos compostos orgânicos obtidos após o processo de compostagem e do esterco bovino são apresentadas na Tabela 4.

Observando-se as Tabelas 2 e 3, nota-se que a característica ácida dos resíduos iniciais apresentou tendência de aumento nos valores de pH próximos de 7,0. Segundo Pereira Neto (1996), os valores extremos de pH dos substratos são regulados automaticamente pelos microrganismos, por meio da degradação de compostos que produzirão subprodutos ácidos ou básicos, em função da necessidade do meio. Um aumento de pH também foi observado nos trabalhos de Gouveia & Pereira Neto (2000) e Fernandes et al. (2000), que utilizaram substratos semelhantes àqueles usados neste trabalho.

Tabela 4. Parâmetros físico-químicos dos compostos orgânicos obtidos e do esterco bovino

Parâmetro	Compostos Orgânicos				Esterco
	C1	C2	C3	C4	
pH	6,90	6,80	6,80	7,00	8,20
Umidade (%)	62,27	63,95	66,28	60,19	71,92
MO (%)	57,51	70,72	66,37	58,64	71,92
DQO(mg g ⁻¹)	97,06	152,38	133,63	102,06	229,88
C (%)	31,95	39,29	36,87	32,58	39,96
N (%)	1,10	0,82	0,95	0,91	1,24
P (%)	0,16	0,06	0,12	0,12	0,30
K (%)	1,10	0,50	1,00	1,30	1,70
C/N	29,05	47,91	38,81	35,80	32,26
Zn (mg kg ⁻¹)	31,61	53,41	58,21	33,08	82,50
Cu (mg kg ⁻¹)	94,00	56,04	59,90	66,20	100,10
Cd (mg kg ⁻¹)	ND	ND	ND	ND	ND
Cr (mg kg ⁻¹)	ND	ND	ND	ND	0,49
Pb (mg kg ⁻¹)	ND	ND	ND	ND	ND

ND – não detectado

Na compostagem, os resíduos orgânicos são oxidados pelos microrganismos formando gás carbônico, água e calor, como produtos de seus metabolismos (Kiehl & Porta, 1980), promovendo uma mineralização da matéria orgânica. Esse fato é observado comparando-se os valores de DQO antes e após o processo de compostagem (Tabelas 2 e 3).

Nos compostos orgânicos não foram detectadas concentrações de Cd, Cr e Pb. Apenas observou-se traços de Zn e Cu, que aliás, se encontravam nos materiais iniciais. Os valores encontrados estão muito abaixo dos teores permissíveis para compostos de lixo urbano, de 1500 mg kg⁻¹ para Zn e 500 mg kg⁻¹ para Cu, recomendados pela EMBRAPA (2002).

Os valores médios dos parâmetros físico-químicos dos vermicompostos obtidos são apresentados na Tabela 5. Nota-se que houve efeito significativo em todos os parâmetros analisados entre os tratamentos considerados.

Concordando com a afirmação de Migdalsky (2001), os dados referentes ao pH apresentados nas Tabelas 4 e 5 demonstraram que a vermicompostagem induz a valores próximos de 7,0. De acordo com o mesmo autor esse efeito é decorrente dos processos digestivos efetuados pelas próprias minhocas.

Percebe-se, nas Tabelas 4 e 5, diferença significativa do percentual de matéria orgânica e, conseqüentemente, de carbono, para todos os tratamentos após a vermicompostagem. A redução no carbono orgânico ocorrida no processo pode ser atribuída à atividade respiratória das minhocas e microrganismos segundo Tripathi & Bhardwaj (2004).

Um aumento nos teores médios de N e P nos vermicompostos e diminuição da relação C/N foi observado quanto aos substratos iniciais (Tabelas 4 e 5). Segundo Tripathi & Bhardwaj (2004), as minhocas catalisam o processo de decomposição pela redução ou fragmentação dos resíduos orgânicos e pelo aumento da área superficial, promovendo uma melhor decomposição pela microflora. A liberação de carbono, como dióxido de carbono no processo de respiração e produção de muco e excretas nitrogenadas, eleva o nível de N e diminuem a relação C/N.

Em média, os níveis de N apresentados na Tabela 5, indicam níveis mais elevados no tratamento V3, o qual era proveniente do composto orgânico obtido a partir dos resíduos sólidos verdes e água residuária da suinocultura.

A maior concentração de P foi encontrada no vermicomposto do tratamento V5; sendo que os tratamentos V1, V3 e V4, não apresentaram diferença significativa em seus valores médios para esse nutriente. De acordo com Silva et al. (2002), ao ingerir o alimento, as minhocas podem quebrar as estruturas de compostos orgânicos e disponibilizar o fósforo.

Em relação ao teor de K, apenas o tratamento V2 apresentou diferença significativa entre os tratamentos, demonstrando a menor média para esse nutriente.

Concentrações de Cd, Cr e Pb não foram detectadas nas amostras de vermicompostos. Porém, constatou-se a presença de Zn e Cu, sendo observadas diferenças significativas (p<0,05) entre os tratamentos. O vermicomposto obtido a partir de esterco bovino apresentou, em média, maiores concentrações de Zn e Cu. Mantovani et al. (2003) estudando a calagem e adubação com vermicomposto de lixo urbano na produção e teores de metais pesados em alface, citaram que a aplicação de doses acima de 50 t ha⁻¹ de vermicomposto limitaram a produção de alface, entretanto não a tornaram imprópria para consumo humano do ponto de vista da concentração de metais pesados. O vermicomposto utilizado pelos autores possuía 197 mg kg⁻¹ de Cu e 455 mg kg⁻¹ de Zn, valores bem acima dos apresentados na Tabela 5.

Tabela 5. Valores médios dos parâmetros físico-químicos dos vermicompostos obtidos

Parâmetro	Tratamento				
	V1	V2	V3	V4	V5
pH ¹	7,21 a	7,04 a	7,42 ab	7,3 ab	7,73 b
Umid. ² (%)	54,04 a	64,17 bc	64,97 c	54,88 ab	65,54 c
MO ³ (%)	24,97 c	22,34 bc	21,06 ab	21,74 ab	19,41 a
C ⁴ (%)	13,87 c	12,41 bc	11,70 ab	12,08 ab	10,79 a
C/N ⁵	11,26 b	10,57 ab	7,16 a	11,03 b	8,03 ab
N ⁶ (%)	1,25 ab	1,19 a	1,66 b	1,11 a	1,41 ab
P ⁷ (%)	0,17 b	0,12 c	0,20 b	0,19 b	0,69 a
K ⁸ (%)	1,30 b	0,45 a	1,05 b	1,28 b	1,55 b
Zn ⁹ (mg kg ⁻¹)	27,40 a	34,63 a	27,92 a	13,61 a	127,05 b
Cu ¹⁰ (mg kg ⁻¹)	80,54 ab	64,97 b	61,31 b	62,67 b	137,98 a

*As médias seguidas de pelo menos uma mesma letra, na linha, não diferem ao nível de 5% de significância pelo Teste de Tukey
¹CV: 2,74%; ²CV: 5,84%; ³CV: 6,08%; ⁴CV:6,07; ⁵CV: 17,35%; ⁶CV: 15,36%; ⁷CV:8,21%; ⁸CV: 13,62%; ⁹CV: 17,16%; ¹⁰CV: 20,37%

CONCLUSÕES

1. A integração das técnicas de compostagem e vermicompostagem promoveu a bioestabilização dos resíduos sólidos verdes urbanos, juntamente com a água residuária da suinocultura, possibilitando o uso do produto final (vermicomposto) como adubo orgânico na agricultura.

2. Pode-se utilizar a água residuária da suinocultura em substituição de ativadores comerciais como agente inoculante na compostagem de resíduos orgânicos, visando a obtenção subsequente de um vermicomposto.

LITERATURA CITADA

- APHA – American Public Health Association. Standard methods for the examination of water and wastewater. 20.ed. New York: APHA, AWWA, WPCR, 1998.
- Bidone, F.R.A. Resíduos sólidos provenientes de coletas especiais: reciclagem e disposição final. 1.ed. Rio de Janeiro: Editora Rima, 2001. 240p.
- Damasceno, S. Remoção de metais pesados em sistemas de tratamento de esgotos sanitários por processo de lodos ativados e por um reator compartimentado anaeróbio. São Carlos: USP, 1996. 141p. Dissertação de Mestrado.
- EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes. 1.ed. Brasília: EMBRAPA Comunicação para Transferência de Tecnologia, 1999. 370p.
- EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Recomendações técnicas para o uso agrícola do composto de lixo urbano no estado de São Paulo. Campinas: EMBRAPA Informática Agropecuária – Área de Comunicação e Negócios, 2002. 17p.
- Fernandes, P.A.L.; Santos, F.J.S.; Pereira Neto, J.T. Estudo comparativo e avaliação de dois sistemas de compostagem de resíduos sólidos urbanos. In: Simpósio Luso-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 9, 2000, Porto Seguro. Anais... Porto Seguro: ABES, 2000. p. 1058-1063.
- Gouveia, L. C.; Pereira Neto, J. T. Análises de amostras de compostos orgânicos de origem urbana e agrícola sob diferentes estágios de degradação. In: Seminário Nacional sobre Resíduos Sólidos – Gestão Integrada, IV, 2000, Recife. Anais... Recife, 2000. p. 103-108.
- Jardim, S.S. Alerta: Consumidores desconhecem impacto altamente poluidor da suinocultura: Jornal do Meio Ambiente. http://www.jornaldomeioambiente.com.Br/JMA-txt_importante27.asp. Abr. 2005.
- Kiehl, E.J.; Porta, A. Análises de lixo e composto. 1 ed. Piracicaba: ESALQ, 1980. 55p.
- Mantovani, J.R.; Ferreira, M.E.; Cruz, M.C.P.; Chiba, M.K.; Braz, L.T. Calagem e adubação com vermicomposto de lixo urbano na produção e nos teores de metais pesados em alface. Horticultura Brasileira, Brasília, v.21, n.3, p.494-500, 2003.
- Migdalsky, M. C. Criação de minhocas – guia prático. 1 ed. Viçosa: Aprenda Fácil, 2001. 118 p.
- Nunes, J.A. Tratamento físico-químico de águas residuárias industriais. 2 ed. Aracaju: J. Andrade Editora, 1996. 277p.
- Pereira Neto, J.T. Manual de compostagem. 1.ed. Belo Horizonte: UNICEF, 1996. 56p.
- Silva, C.D.; Costa, L.M.; Matos, A.T.; Cecon, P.R.; Silva, D.D. Vermicompostagem de lodo de esgoto urbano e bagaço de cana-de-açúcar. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v.6, n.3, p.487-491, 2002.
- Tedesco, M.J.; Gianello, C.; Bissani, C.A.; Bohnen, H.; Volkweiss, S.J. Análises de solo, plantas e outros materiais. 2.ed. Porto Alegre: UFRGS, 1995. 174p.
- Tripathi, G.; Bhardwaj, P. Comparative studies on biomass production, life cycles and composting efficiency of *Eisenia foetida* (Savigny) and *Lampito mauritti* (Kinberg). Bioresource Technology, Oxon, v.92, p.275-283, 2004.