

### III-387 - MESOINVERTEBRADOS QUE ATUAM EM DIFERENTES FASES DA COCOMPOSTAGEM DE LODOS DE TANQUES SÉPTICOS COLETIVOS E RESÍDUOS SÓLIDOS ORGÂNICOS DOMICILIARES

**Monica Maria Pereira da Silva<sup>(1)</sup>**

Bióloga pela Universidade Estadual da Paraíba. Especialista em Educação Ambiental/UEPB. Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente pelo PRODEMA/UFPB/UFCG. Doutora em Recursos Naturais/ UFCG. Professora da UEPB/CCBS/DFB-NEEA.

**José Tavares de Sousa**

Engenheiro Químico. Mestre e Doutor em Engenharia Sanitária.

Professor - DQ/CCT. [jtdes@uol.com.br](mailto:jtdes@uol.com.br)

**Beatriz Susana Ovruski de Ceballos**

Bioquímica. Mestra em Microbiologia-Universidade Federal de São Paulo. Doutora em Ciências (Microbiologia Ambiental)-Universidade de São Paulo. Profa. Titular- UEPB. [beatriz.ceballos@yahoo.com.br](mailto:beatriz.ceballos@yahoo.com.br)

**Eliane de Andrade Araújo**

Bióloga pela Universidade Estadual da Paraíba. Mestranda em Ciências Florestais.

**Valderi Duarte Leite**

Engenheiro Químico. Mestre e Doutor em Engenharia Sanitária. Professor do DQ/CCT/UEPB [valderileite@uol.com.br](mailto:valderileite@uol.com.br)

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Rua. Maria Barbosa de Albuquerque, 690. Malvinas. Campina Grande-PB. CEP. 58 433.266. E-mail: [monicaea@terra.com.br](mailto:monicaea@terra.com.br)

#### RESUMO

Identificar os mesoinvertebrados que atuam em diferentes fases da cocompostagem de lodos de tanques sépticos coletivos e resíduos sólidos orgânicos domiciliares, relacionando-os com as alterações físico-químicas do substrato.

**PALAVRAS-CHAVE:** Cocompostagem, Mesoinvertebrados, lodo de tanque séptico, resíduos sólidos orgânicos.

#### INTRODUÇÃO

A compostagem envolve a sucessão de diferentes comunidades de microrganismos que decompõem o material inicial, transformando num produto final estável (AMIR *et al.*, 2008; HACHICHA *et al.*, 2008). Uma variedade de microrganismos aeróbios está envolvida neste processo (AMIR *et al.*, 2008).

A participação dos organismos é fator primordial à eficiência do processo de compostagem (HACHICHA *et al.*, 2008; NEKLYUDOV, FEDOTOV e IVANKIN, 2008), mas são poucos os estudos que têm considerado as mudanças nas atividades biológicas, como parâmetro indicativo de desempenho adequado da compostagem (HACHICHA *et al.*, 2008). Em geral, os estudos restringem-se à mensuração da taxa respiratória de bactérias, actinomicetos e fungos.

Um problema considerado grave em relação à compostagem de resíduos sólidos orgânicos corresponde à proliferação de vetores, especialmente insetos, os quais são transportadores de parasitas que afetam a saúde humana. As larvas de insetos utilizam para o seu desenvolvimento, nutrientes que estão contidos no sistema de compostagem. O meio ambiente biológico inclui reservatórios de infecção, vetores que transmitem as doenças, tais como: moscas, mosquitos e triatomíneos (NEVES, 2005).

Os dípteros muscóides, no entanto, apresentam interesse ecológico e médico-sanitário. Por um lado, as moscas podem transportar mecanicamente um grande número de microrganismos patogênicos, por outro lado, em estágio de larva, degradam a matéria orgânica na fase inicial da compostagem, permitindo a devolução dos nutrientes ao ciclo da matéria e a disponibilização de energia para as cadeias tróficas seguintes.

Ataíde *et al.* (2007) estudaram vetores em leiras mantidas em temperatura na faixa de 50-67°C, reviramento de três em três dias, constituídas por 60% de resíduos orgânicos domiciliares e 40% de podas de árvore e registraram 501 espécimes do Filo Arthropoda e da classe Insecta e ordem Díptera, num total de 9 famílias de dípteros, mas 15 espécies não foram identificadas, devido à perda de estruturas fundamentais à classificação. As famílias Muscidae (49,9%); Otitidae (38,3%) e Euphyridae (6,4%) foram os dípteros mais identificados.

Para as demais famílias a ocorrência foi de 5,4%. As famílias Otitidae e Euphyridae não são consideradas vetores, estas não acarretam problemas de saúde ao ser humano e aos animais. As espécies da família Otitidae são predadoras, desempenham papel na redução de microrganismos patogênicos. As larvas dos dípteros são decompositoras, auxiliando na ciclagem natural. Os autores verificaram que a densidade de díptero está relacionada com a estabilidade do substrato, indicando a importância dessa diversidade para a compostagem.

Não foram encontradas nas experiências de cocompostagem consultadas referências aos mesoinvertebrados. A avaliação biológica, quando ocorreu, limitou-se à análise das atividades bacterianas.

A avaliação da participação de mesoinvertebrados e dos demais organismos é essencial à compreensão dos fundamentos da cocompostagem, especialmente em relação às sucessões ecológicas, às cadeias tróficas e à obtenção dos objetivos previstos.

O principal objetivo do presente trabalho foi identificar os mesoinvertebrados que atuam em diferentes fases da cocompostagem de lodos de tanques sépticos coletivos e resíduos sólidos orgânicos domiciliares, relacionando-os com as alterações físico-químicas do substrato.

Os lodos de esgotos apresentam biodiversidade específica, porém experiências mostram que a sua aplicação em solos não prejudica a dinâmica biológica do mesmo (GHINI; LEONI, 2005; MELO; SANTOS, 2006).

O ambiente gerado no processo de cocompostagem de lodos de tanques sépticos coletivos com resíduos sólidos orgânicos domiciliares pode propiciar condições adversas à sobrevivência de ovos de helmintos, resultando em compostos sanitizados e enquadrados como bio-sólidos classe A, de acordo com a legislação nacional e internacional, conforme verificou Silva (2008) e Silva *et al.* (2008).

## MATERIAIS E MÉTODOS

O sistema de compostagem experimental consistiu de quatro tratamentos (T) com três repetições (R), totalizando 12 reatores aeróbios de polietileno de cor preta, de configuração cilíndrica com capacidade volumétrica unitária de 100 L, diâmetro de 1,56 m, altura 0,70 m e disposição casualizada.

Para montagem do experimento foram coletados 200 kg de lodos dos tanques sépticos de Cabaceiras e Caraúbas e uma tonelada de resíduos sólidos orgânicos nas residências em Queimadas. A escolha dos municípios de Cabaceiras e de Caraúbas teve por critérios: residências na área urbana com esgotos encaminhados ao tanque séptico de uso coletivo, número de habitantes, localização na região semiárida da Paraíba e aceitabilidade da administração pública. Esta última foi fundamental para a autorização da abertura dos tanques sépticos para coleta dos lodos, uma vez que esses se encontravam completamente vedados. A opção por Queimadas, também situado no semiárido paraibano, decorreu da quantidade de resíduos orgânicos necessária para montagem do experimento, à facilidade de acesso e de transporte e a infra-estrutura disponibilizada pela administração pública.

Os lodos foram submetidos ao pré-tratamento por meio de secagem natural em uma caixa cilíndrica de amianto, durante 30 dias, objetivando alcançar o teor de umidade próximo a 70%. Os resíduos orgânicos domiciliares também passaram pelo pré-tratamento, trituração, visando obter a granulometria ideal à cocompostagem.

Cada reator foi alimentado com 50 kg de substrato e recebeu composição variável em função do tratamento (Quadro 1). O substrato foi formado por lodos de tanques sépticos coletivos e resíduos sólidos orgânicos. Estes foram constituídos por resíduos sólidos orgânicos domiciliares, folhas e compostos resultantes do experimento de calibração. Restos de alimentos, cascas de frutas e de verduras compuseram os resíduos sólidos orgânicos domiciliares.

**Quadro 1-** Fração de lodos de tanques sépticos coletivos utilizada para os diferentes tratamentos de cocompostagem com resíduos sólidos orgânicos. Campina Grande-PB. Novembro de 2006 a fevereiro de 2007.

Tratamentos	(%)	
	Lodo de tanque séptico	Resíduos sólidos orgânico
Tratamento (T1)	00	100
Tratamento (T2)	10	90
Tratamento (T3)	20	80
Tratamento (T4)	30	70

O sistema experimental foi monitorado diariamente durante 91 dias, sempre no mesmo horário, às 14 horas, por meio de aferição de temperatura, utilizando-se de termômetro de haste de mercúrio e por observação direta. A escolha do horário decorreu da montagem do sistema experimental. A aferição de temperatura ocorreu em três pontos da massa de substrato: superfície, centro e base, para a qual foram perfurados seis furos no centro (altura: 35 cm) e seis próximos à base (altura: 5 cm) de cada reator.

Durante as observações diárias foram analisadas a diversidade dos mesoinvertebrados participantes do processo de cocompostagem, as condições de umidade e as possíveis modificações ocorridas.

A aeração dos reatores sucedeu com periodicidade, três vezes por semana, em dias previamente definidos (terça-feira, quinta-feira e sábado) e consistiu de reviramento manual dos substratos, utilizando-se de instrumentos agrícolas adaptados (estrovenga, pá e cabo de enxada). O reviramento foi executado após a aferição da temperatura. A coleta das amostras para as análises semanais aconteceu no momento do reviramento.

A presença de mesoinvertebrados foi analisada a partir da primeira semana dos diferentes tratamentos por cocompostagem. Para a quantificação e identificação dos mesoinvertebrados nas diferentes fases, desenvolveu-se um método de captura manual, catação, identificação e contagem (CIC). O método consistiu em retirar dez amostras do substrato em diferentes pontos do substrato, homogeneizá-las, formando uma amostra composta e dela se retiravam 25 g. Nessa amostra realizou-se a catação manual, seguido à identificação e à contagem dos indivíduos por classe.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A participação dos mesoinvertebrados atingiu maior densidade em períodos diferentes para cada tratamento (Tabela 1). No tratamento 3 constataram-se as maiores densidades na fase termófila e mesófila, porém não foram identificados os maiores níveis de temperatura. Este resultado ressalta que o aumento da temperatura depende da ação sinérgica de um conjunto de organismos, tais como: bactérias, fungos, actinomicetos e mesoinvertebrados.

**Tabela 1-** Valores médios semanais de mesoinvertebrados nos diferentes tratamentos de cocompostagem de lodos de tanques sépticos com resíduos sólidos orgânicos domiciliares. Campina Grande-PB. Novembro de 2006 a fevereiro de 2007.

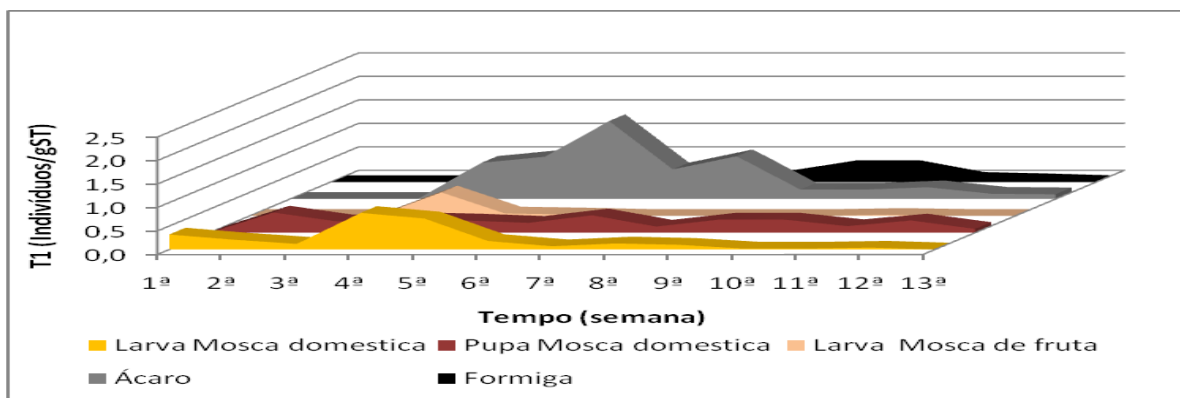
Tempo (semana)	Mesoinvertebrados (indivíduos/gST)			
	T1	T2	T3	T4
Montagem	0,00	0,00	0,00	0,00
1 <sup>a</sup>	0,32	0,35	0,68	1,61
2 <sup>a</sup>	0,64	1,26	2,65	0,71
3 <sup>a</sup>	0,45	0,49	0,29	0,18
4 <sup>a</sup>	1,88	3,37	3,37	0,81
5 <sup>a</sup>	2,32	2,07	2,14	2,36
6 <sup>a</sup>	2,19	1,66	2,17	0,51
7 <sup>a</sup>	1,09	0,81	1,62	0,55
8 <sup>a</sup>	1,28	1,11	0,74	0,50
9 <sup>a</sup>	0,70	0,31	0,38	0,29
10 <sup>a</sup>	0,82	0,57	0,57	0,23
11 <sup>a</sup>	0,51	0,34	0,38	0,35
12 <sup>a</sup>	0,46	0,33	0,29	0,30
13 <sup>a</sup>	0,18	0,12	0,14	0,12

Os primeiros mesoinvertebrados observados foram as larvas de dípteros, em particular de moscas domésticas. Estas mostraram-se indispensáveis à degradação da matéria orgânica, no estágio de maior umidade (50% a 60%), de material orgânico complexo e pH<7,0. Nas semanas seguintes, as larvas de mosca transformaram-se em pupas e permaneceram por cerca de cinco semanas. Na fase de maturação, completou-se o ciclo e as moscas, em fase adulta, saíram do sistema.

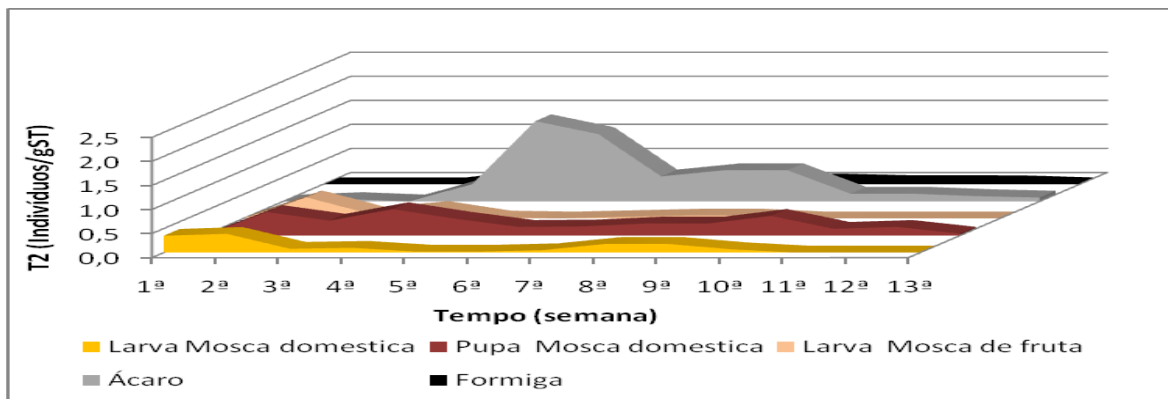
As observações sugerem que as moscas não chegaram ao sistema em sua fase adulta, mas que saíram deste, após completar o seu ciclo de vida. Indica também que o sistema de cocompostagem operado adequadamente não atrai esses insetos.

Na fase de maturação foram identificados ácaros, cuja provável função seja de polimento, por eles degradarem material semi-estável. Os ácaros mostraram-se adaptados ao ambiente de baixa umidade (<43%), temperaturas mais amenas (<35°C) e pH alcalino (>8,5). Observou-se também a participação de formigas. Entretanto, no final do processo de cocompostagem, raramente foram visualizados mesoinvertebrados, o qual é compreensível, devido à carência de nutrientes e ao baixo teor de umidade.

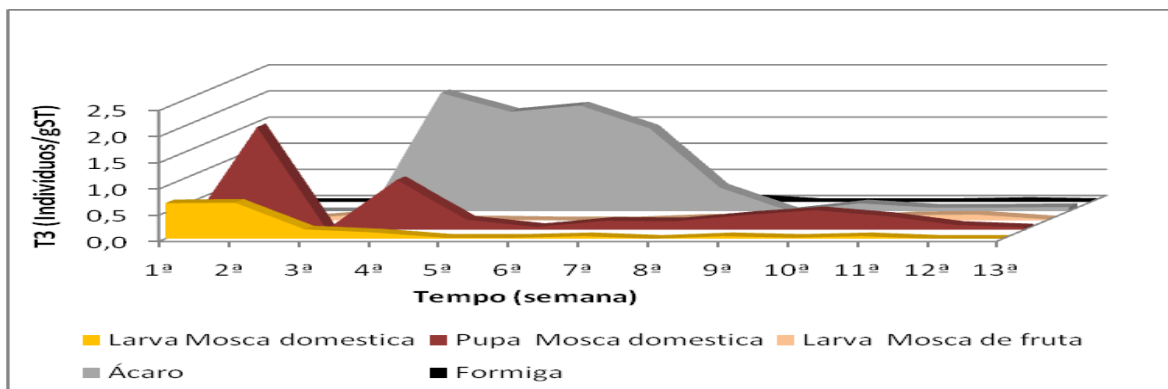
A sucessão observada entre os mesoinvertebrados nos diferentes tratamentos de cocompostagem de lodos de tanques sépticos e resíduos sólidos orgânicos domiciliares é apresentada por meio das Figuras de 1 a 4.



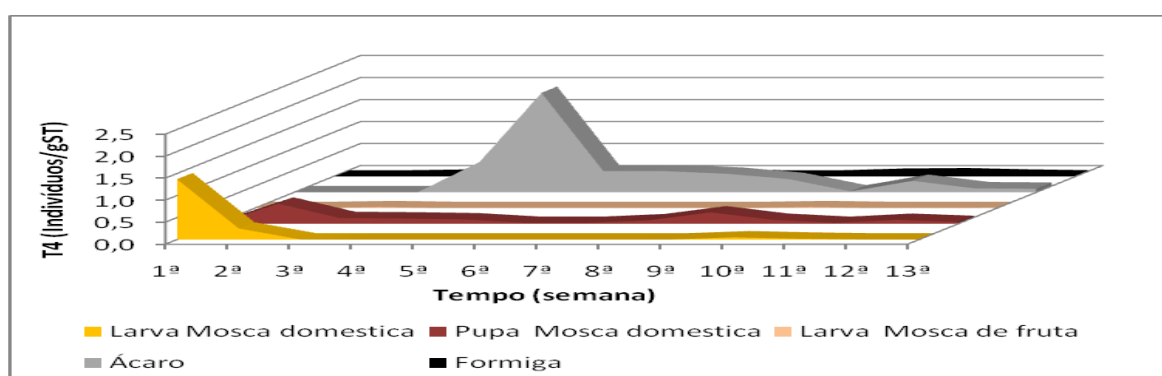
**Figura 1-** Sucessão observada entre os mesoinvertebrados no tratamento 1 (T1) de cocompostagem de lodos de tanques sépticos com resíduos sólidos orgânicos domiciliares. Campina Grande-PB. Novembro de 2006 a fevereiro de 2007.



**Figura 2-** Sucessão observada entre os mesoinvertebrados no tratamento 2 (T2) de cocompostagem de lodos de tanques sépticos com resíduos sólidos orgânicos domiciliares. Campina Grande-PB. Novembro de 2006 a fevereiro de 2007.



**Figura 3-** Sucessão observada entre os mesoinvertebrados no tratamento 3 (T3) de cocompostagem de lodos de tanques sépticos com resíduos sólidos orgânicos domiciliares. Campina Grande-PB. Novembro de 2006 a fevereiro de 2007.



**Figura 4-** Sucessão observada entre os mesoinvertebrados no tratamento 4 (T4) de cocompostagem de lodos de tanques sépticos com resíduos sólidos orgânicos domiciliares. Campina Grande-PB. Novembro de 2006 a fevereiro de 2007.

Dentre os trabalhos consultados sobre cocompostagem, apenas um fez referência aos mesoinvertebrados, no entanto, não envolve lodos de esgotos (ATAIDE *et al.*, 2007). Os autores identificaram 501 espécies do Filo Arthropoda, classe Insecta e Ordem Diptera. Verificaram que em fase de menor estabilidade, encontra-se maior diversidade de dípteros e entre eles, predominaram as Famílias Muscidae (49,9%), Otitidae (38,3%) e

Euphyridae (6,4%). As famílias Otitidae e Euphyridae não são consideradas vetores. As famílias Otitidae são predadoras e desempenham papel importante na redução de microrganismos patogênicos.

A aplicação do Teste de Pearson revelou a existência de correlação entre os parâmetros, durante o processo de compostagem, indicando a interdependência entre vários parâmetros.

A correlação positiva verificada para o teor de umidade, STV, relação C/N e ovos de helmintos expressam a necessidade de observar a fração de lodos de tanques sépticos e estruturantes na composição do substrato e que os tratamentos seguem a tendência de decréscimo de STV e da relação C/N, à medida que o teor de umidade se reduz.

Os níveis de temperatura correlacionaram-se positivamente com a concentração de STV, ratificando a característica exotérmica dos organismos autóctones.

As correlações positivas (temperatura, teor de umidade, STV, C/N) e negativas (pH, mesoinvertebrados) observadas para ovos de helmintos (Quadro 2) refletem as condições adversas à sobrevivência desses microrganismos transcorridas no processo de compostagem de lodos de tanques sépticos e resíduos sólidos orgânicos domiciliares para os diferentes tratamentos.

Em relação aos mesoinvertebrados, notou-se que a temperatura não representou interferência direta para estes organismos, diferente dos níveis de pH e da concentração de STV. Em pH ácido e em baixa concentração de STV, a densidade de mesoinvertebrado é reduzida. A correlação negativa averiguada entre ovos de helmintos e mesoinvertebrados indica a relação de predatismo que acontece durante a compostagem.

**Quadro 2-** Correlação entre os parâmetros monitorados no período de 91 dias para os diferentes tratamentos por compostagem de lodos de tanques sépticos com resíduos sólidos orgânicos domiciliares. Campina Grande-PB. Novembro de 2006 a fevereiro de 2007.

<b>Correlação Super Forte (r=0,90-1,00)</b>		<b>Tipo</b>
Teor de umidade	C/N	Positiva
STV	C/N	Positiva
COT	C/N	Positiva
Helmintos	Temperatura	Positiva
Temperatura	STV	Positiva
Temperatura	C/N	Positiva
<b>Correlação Forte (r=0,70-0,89)</b>		<b>Tipo</b>
Teor de umidade	STV	Positiva
STV	NTK	Positiva
COT	NTK	Negativa
NTK	C/N	Negativa
Helmintos	Teor de umidade	Positiva
Helmintos	STV	Positiva
Helmintos	C/N	Positiva
Helmintos	pH	Negativa
<b>Correlação Moderada (r=0,40-0,69)</b>		<b>Tipo</b>
Helmintos	Mesoinvertebrados	Negativa
Mesoinvertebrados	pH	Positiva
STV	Mesoinvertebrados	Positiva
Temperatura	Teor de umidade	Positiva
Temperatura	pH	Negativa

## CONCLUSÃO

A participação dos mesoinvertebrados aconteceu de forma sequencial de acordo com as características do substrato: larvas de dípteros-pupas de dípteros-formigas-ácaros. Nas condições estudadas, não foram visualizados dípteros adultos, indicando que os sistemas de cocompostagem operados adequadamente não atraem estes insetos, mas, estes estão naturalmente presentes nos resíduos sólidos orgânicos, na forma de ovos e saem do sistema quando completam o seu ciclo de vida.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA

1. AMIR, S; MERLING, G; PINELLI, E; WINTERTON, P; REVEL, J. C; HAFIDI, M. Microbial community dynamics during composting of sewage sludge and straw studied through phospholipid and lipid analysis. **Journal of Hazardous Materials**. Feb 2008.
2. ATAIDE, L. M. S.; LOPES, S. R.; MOREIRA, A. C. M.; TAVARES, K. G.; CATAPRETA, C. A. A.. Estudo da presença de vetores em leiras de composto orgânico produzido na central de tratamento de resíduos sólido de Belo Horizonte - MG. In 24º Congresso de Engenharia Sanitária e Ambiental. **Anais**. Belo Horizonte - MG: ABES. 02 a 07 de setembro de 2007.
3. GHINI, R.; LEONI, C. Uso de lodo de esgoto para indução de supressividade de solos a *Phytophthora nicotianae* em citros. **Circular Técnica 10**. Jaguariúna-SP: EMBRAPA, agosto de 2005. 5p.
4. HACHICHA, S.; SELLAMI, F.; CEGARRA, J.; HACHICHA R.; DRIRA, N.; MEDHIOUB, K.; AMMAR, E. Biological activity during co-composting of sludge issued from the OMW evaporation ponds with poultry manure-physico-chemical organic matter. **Journal of Hazardous Materials**, maio de 2008.
5. MELO, L. A. S.; SANTOS, A. E. V.. Efeitos de doses de lodo de esgoto na população da Broca-de-Bananeira. **Comunicado Técnico 34**. Jaguariúna-SP: EMBRAPA, maio de 2006. 4p.
6. NEKLYUDOV, A.D.; FEDOTOV, G.N.; IVANKIN, A.N. Intensification of composting processes by aerobic microorganisms: a review. **Applied Biochemistry and Microbiology**. v.44, n.1, p.6-18, 2008.
7. NEVES, D. P. **Parasitologia humana**. 11ª ed. São Paulo-SP: Atheneu, 2005, 494p.
8. SILVA, M. M. P. **Tratamento de lodos de tanques sépticos por co-compostagem para os municípios do semi-árido paraibano**: alternativa para mitigação de impactos ambientais. 2008. Tese (Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais). Campina Grande-PB: UFCG, 2008, 219p.
9. SILVA, M. M. P.; SOUSA, J. T.; CEBALLOS, B. S. O.; FEITOSA, W. B. S.; LEITE, V. D. Tratamento aeróbio conjugado de lodos de tanques sépticos e resíduos sólidos orgânicos domiciliares. **Revista Ambiente & Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science**. ISSN: 1980-993x. Taubaté-SP, v. 4, n. 3, p.123-143, 2009. (doi:10.4136/ambi-agua.107).