

III-458 – DIVERSIDADE E FUNÇÕES DE MESOINVERTEBRADOS NO TRATAMENTO AERÓBIO DE RESÍDUOS SÓLIDOS ORGÂNICOS DOMICILIARES EM SISTEMAS DESCENTRALIZADOS

Elaine Cristina dos Santos Araújo ⁽¹⁾

Mestre em Ciência e Tecnologia Ambiental pela Universidade Estadual da Paraíba (PPGCTA/UEPB). Graduada em Ciências Biológicas (UEPB). Integra o Grupo de Extensão e Pesquisa em Gestão e Educação Ambiental (GGEA).

Monica Maria Pereira da Silva

Doutora em Recursos Naturais pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCG). Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente (PRODEMA/UFPB). Especialista em Educação Ambiental (UEPB). Graduada em Ciências Biológicas (UEPB). Professora Aposentada (UEPB). Professora colaboradora do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental (PPGCTA/UEPB). Integra o Grupo de Extensão e Pesquisa em Gestão e Educação Ambiental (GGEA).

Adriana Veríssimo da Silva

Cursando Especialização em Atendimento Educacional Especializado na Perspectiva da Educação Inclusiva pela Faculdade Integrada de Patos (PÓSFIPI). Graduada em Ciências Biológicas (UEPB). Integra o Grupo de Extensão e Pesquisa em Gestão e Educação Ambiental (GGEA).

Valderi Duarte Leite

Doutor em Hidráulica e Saneamento pela Universidade de São Paulo (USP). Mestre em Engenharia Civil (UFPB). Engenheiro Químico (UFPB). Professor do Departamento de Ciência e Tecnologia pela Universidade Estadual da Paraíba (UEPB).

Adrienne Teixeira Barros

Doutora em Ciência e Engenharia de Materiais pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCG). Mestre em Ciências Biológicas - Zoologia (UFPB). Graduada em Ciências Biológicas (UFPB). Professora do Departamento de Ciências Biológicas pela Universidade Estadual da Paraíba (UEPB). Coordenadora do Grupo de Extensão e Pesquisa em Gestão e Educação Ambiental (GGEA).

Endereço⁽¹⁾: Rua Martins Júnior, 144 - Liberdade – Campina Grande - PB - CEP: 58414-055 - Brasil - Tel.: (83) 98863-3673 – E-mail: crys_lainne@yahoo.com.br.

RESUMO

A compostagem apresenta um número diversificado de organismos que atua conforme os princípios da sucessão ecológica, nas diferentes fases do processo, correlacionando-se aos fatores físicos e químicos. Contudo, poucos pesquisadores tem se debruçado sobre o estudo dos mesoinvertebrados durante o processo. Nessa perspectiva, este estudo teve como objetivo avaliar a diversidade e as funções de mesoinvertebrados que participam do tratamento aeróbio de resíduos sólidos orgânicos domiciliares em sistemas descentralizados. A pesquisa foi realizada com resíduos sólidos orgânicos de origem domiciliar, coletados e separados previamente na fonte geradora, em Campina Grande, estado da Paraíba. Durante o experimento de compostagem, foram coletados 1.258 indivíduos, distribuídos em seis ordens: Diptera (88,5%), Mesostigmata (5,5%), Isopoda (2,4%), Coleoptera (2,4%), Orthoptera (0,6%), e Araneae (0,6%). Constatou-se que os mesoinvertebrados foram fundamentais ao controle das propriedades físicas e químicas da matéria orgânica durante o processo de compostagem, facilitando a ação de microrganismos, ao realizar a decomposição mecânica do substrato em partículas menores. Além disso, os mesoinvertebrados promoveram o controle de organismos patogênicos e contribuíram para a conversão de matéria orgânica em inorgânica. Sua atividade metabólica torna esses organismos excelentes recicladores da parcela orgânica.

PALAVRAS-CHAVE: Compostagem, Mesoinvertebrados, Decomposição, Sucessão ecológica.

INTRODUÇÃO

Os impactos ambientais negativos provocados em decorrência da falta de gestão de resíduos sólidos domiciliares tornam-se mais preocupantes quando é considerada a parcela orgânica (SILVA et al., 2010). O alto teor de umidade, pH comumente ácido, grande quantidade de matéria orgânica, somada a presença de organismos patogênicos são as principais características deste tipo de resíduos que demanda a separação na fonte e o tratamento antes de ser disposto no meio ambiente (SILVA et al., 2013).

O tratamento aplicado aos resíduos sólidos orgânicos domiciliares pode transformar problemas em solução. A compostagem é um processo aeróbio e dinâmico de decomposição controlada. Constitui um processo exotérmico e biooxidativo que recupera nutrientes e energia a partir da ação sinérgica de um amplo e diversificado conjunto de organismos autóctones em ambiente que apresenta condições favoráveis (POLPRASERT, 1989; HAUG, 1993; PEREIRA NETO, 1996; TRAUTMANN; KRASNY, 1997).

À medida que a matéria orgânica se decompõe, são reciclados, e, por conseguinte, liberados nutrientes em várias formas químicas. Para alcançar esses objetivos, um número considerável de organismos deve participar do processo de compostagem, formando uma comunidade complexa e em rápida variação, que não se limita a um substrato específico, favorecendo a estabilização e higienização da matéria orgânica (STEEL; BERT, 2011).

Conhecer a biota da compostagem é fundamental à compreensão do próprio processo e para encontrar novos métodos, visando melhorar a qualidade do produto final (RYCKEBOER et al., 2003; PARTANEN et al., 2010) e reduzir os impactos negativos.

No tratamento biológico aeróbio há diversidade de organismos que participa deste processo, dentre os quais, os mesoinvertebrados, grupo de organismos pouco estudado na literatura. O conhecimento da comunidade de mesoinvertebrados no sistema de tratamento aeróbio descentralizado pode ser utilizado como indicador da eficiência do processo, fornecendo informações importantes sobre grau de degradação da parcela orgânica, as variações físico-químicas, a composição do material e aplicabilidade da tecnologia.

Nessa perspectiva, este estudo buscou avaliar a diversidade e as funções de mesoinvertebrados que participam do tratamento aeróbio de resíduos sólidos orgânicos domiciliares em sistemas descentralizados.

MATERIAIS E MÉTODOS

O sistema de tratamento de resíduos sólidos orgânicos instalado nas dependências da Universidade Estadual da Paraíba, em Campina Grande-PB, consistiu de dois tipos de tratamentos (composteira de concreto retangular e composteira de aço inoxidável) com três repetições (R1; R2 e R3).

O subsistema de composteira de concreto retangular (CCR) foi formado por dois compartimentos, com redução de 0,25 m em uma das laterais de cada compartimento, para facilitar o reviramento manual entre elas. As composteiras de concreto retangular ficaram suspensas em blocos de concreto a 0,5 cm para evitar o contato com a superfície. O subsistema de composteiras de aço inoxidável (CAR) foi construído com um único compartimento com manivela móvel acoplada à parede lateral para o reviramento do cossustrato. A composteira é suspensa em base de ferro 1,0 m de altura (NASCIMENTO, 2015).

O Quadro 1 apresenta as dimensões das composteiras de concreto retangular (CCR) e as composteiras constituídas de aço inoxidável e alumínio retangular, utilizadas para o tratamento aeróbio descentralizado de resíduos sólidos orgânicos domiciliares.

O sistema de tratamento de resíduos sólidos orgânicos apresentou seis composteiras móveis. Estas podem ser realocadas no final do experimento. Para realização do estudo, o sistema foi instalado em estrutura de madeira, lonas plásticas e telas de proteção, com intuito de reduzir os fatores ambientais intensos, decorrentes das chuvas no período noturno e a radiação solar excessiva durante os dias, típicos do período em que foi instalado o sistema de compostagem (agosto e novembro) no Nordeste do Brasil (Figura 1).

Quadro 1: Sistema de tratamento de resíduos sólidos orgânicos domiciliares. Campina Grande-PB.

Siglas	Composteira	Dimensões					Subsistema
		Largura	Comprimento	Altura	Volume	Base	
CCR	Concreto retangular	0,30 m	0,50 m	0,50 m	0,075 m ³	0,5 m	CCR ₁
							CCR ₂
							CCR ₃
CAR	Aço inoxidável e alumínio retangular	0,30 m	0,50 m	0,50 m	0,075 m ³	1,0 m	CAR ₁
							CAR ₂
							CAR ₃

Fonte: Nascimento (2015)

Tais variações intensas provocam a redução da atividade metabólica dos organismos e o subsequente retardo na estabilização da matéria orgânica, ocasionando dificuldades de sucesso no processo de compostagem (Figura 1).

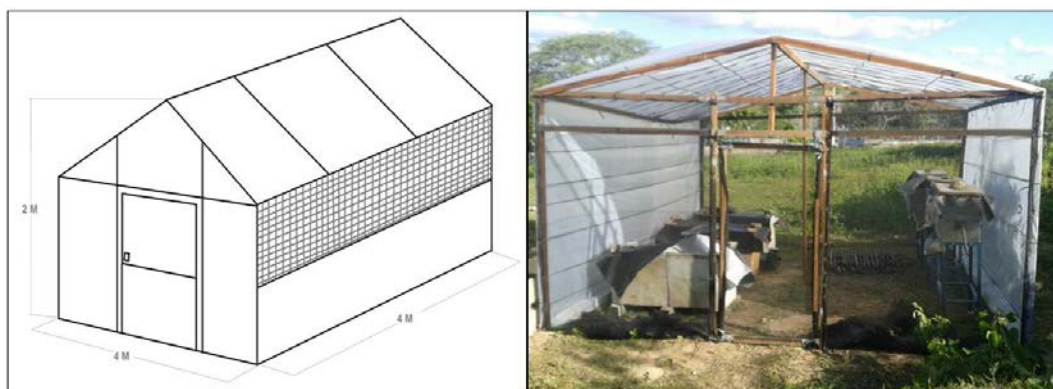


Figura 1: Estrutura do sistema de compostagem instalada na Universidade Estadual da Paraíba. Agosto a novembro de 2017. Fonte: Os autores.

Cada composteira foi alimentado com 20 kg de substrato. Desse total, 80% constituíram de resíduos sólidos orgânicos domiciliares e 20% de estruturantes. O estruturante correspondeu aos resíduos de folhas, flores e materiais não degradados em outros sistemas de compostagem, constituído de rejeito e farelo.

Os resíduos sólidos orgânicos domiciliares e resíduos de folhas foram coletados selecionados nas residências de moradores cadastrados em outros projetos do grupo de pesquisa e que já realizam a coleta seletiva. São líderes comunitários que passaram por intenso processo de formação e de sensibilização em educação ambiental desde 2007 (BISPO, 2013; NASCIMENTO, 2015; 2017; COSTA, 2016; 2018; ARAUJO, 2016; 2017; 2018). Os resíduos de flores foram coletados na Matriz da Paróquia Jesus Libertador. A coleta foi realizada pelos líderes comunitários que armazenaram e depois repassaram à equipe técnica.

Os resíduos sólidos orgânicos domiciliares, as folhas e o estruturante foram despejados em lona plástica e misturados em porção homogênea para coleta de amostras. Logo após, o substrato foi pesado e colocado nas composteiras móveis.

A figura 2 apresenta as etapas para montagem e monitoramento do sistema aeróbio de tratamento descentralizado de resíduos sólidos orgânicos domiciliares coletados na fonte geradora.



Figura 2: montagem e monitoramento do sistema de compostagem. Legenda A: despejo do resíduos orgânicos. B: homogeneização. C: pesagem. D e E: reviramento do substrato. F: coleta de amostras.

Para identificação dos mesoinvertebrados, foram coletadas semanalmente de cada composteira, uma amostra composta por dez subamostras (25 g), retiradas de diferentes estratos (base, centro e superfície). A amostra foi colocada em placa de Petri e com o auxílio de uma lupa binocular foi feita a coleta, identificação e contagem (CIC) dos mesoinvertebrados presentes em cada amostra, de acordo com a metodologia sugerida por Silva (2008).

Para identificação taxonômica foram utilizadas as chaves de identificação de Peterson (1951); McAlpine et al. (1987), Sterh (1991) e Borror et al. (1992).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram coletados 1.258 indivíduos pertencentes à classe Insecta, Malacostraca e Arachnida. Na classe Insecta foram observadas três ordens: Diptera (1.114 indivíduos, 5 famílias. Total de 88,5%), Orthoptera (8 indivíduos, 1 família. Total de 0,6%) e Coleoptera (30 indivíduos, 2 famílias. Total de 2,4%). Entre os membros da classe Malacostraca foi observada a ordem: Isopoda (30 indivíduos, 1 família. Total de 2,4%). Na classe Arachnida foram identificados duas ordens: Mesostigmata (69 indivíduos, 1 família. Total de 5,5%) e Araneae (7 indivíduos, 1 família. Total de 0,6%).

Os membros da ordem Diptera foram representados, principalmente pela espécie *Hermetia illucens* Linnaeus, 1758 (família Stratiomyidae), correspondendo a 57,3% do total de indivíduos no sistema. Essa espécie foi observada durante todo o período do estudo, apresentando a maior densidade pelo maior período de tempo.

Os indivíduos da espécie *Musca domestica* (família Muscidae) compuseram 18,2% dos organismos observados no sistema de compostagem. Estes foram detectados em alta densidade nas quatro primeiras semanas do tratamento, apresentando abundância máxima na segunda semana.

Também foram notados nos sistemas de compostagem a espécie *Ornidia obesa* Fabricius, 1775 (família Syrphidae) com de percentual de 4,2%, *Fannia canicularis* Linnaeus, 1761 (família Fanniidae) com 0,7% e *Drosophila* sp. (família Drosophilidae) com percentual de 4%. Essas espécies apresentaram maior abundância relativa entre a segunda e terceira semana, diminuindo gradualmente até desaparecer após a quinta semana.

Entre os indivíduos da ordem Diptera, cinco famílias não foram identificadas e receberam a expressão em Latim *insertae sedis*, utilizada para quando não é possível determinar a posição correta de um táxon dentro de uma classificação. Estes corresponderam a 4,1% dos indivíduos coletados.

Os membros da ordem Coleoptera foram bastante observados no sistema. Estes foram representados pela espécie *Paederus irritans* (família Staphylinidae) com percentual de 1,8%, registrando maior abundância entre a primeira e segunda semana, fase de degradação ativa. Nessa fase também foram observados membros da família Hybosoridae (0,6%).

Os indivíduos da ordem Mesostigmata (Família Parasitidae) compreenderam a segunda maior ordem identificada, correspondendo a 5,5% dos indivíduos coletados no sistema de compostagem. Embora não fossem muito representativos, foram detectados durante o sistema de compostagem, a ordem Isopoda com 2,4% (Família Armadillidiidae), a ordem Orthoptera com 0,6% (Família Gryllidae) e ordem Araneae com 0,6% (Família Theridiosomatidae).

Os dípteros foram o grupo de mesoinvertebrados mais facilmente visualizados no sistema durante quase todo o processo de decomposição, nas fases de larva, pupa e adulto. Esses indivíduos expressaram participação significativa apenas na fase de degradação ativa. À medida que as condições físico-químicas variaram ao longo do processo, os indivíduos na fase larval reduziram a sua mobilidade, contraíram-se e escureceram a pele, formando pupas. A presença destes indivíduos nesta fase não implicou em degradação, logo, não houve aumento dos níveis de temperatura. Neste período, estes indivíduos completaram o ciclo de vida, romperam a cápsula e saíram da respectiva composteira, quando o ambiente apresentava baixa umidade (<50%), temperaturas amenas (<35°C) e pH alcalino (8,0).

Como uma exceção aos demais dípteros, a espécie *Hermetia illucens* foi verificada em todas as fases da compostagem, não parecendo ser influenciada genericamente pelas mudanças dos parâmetros físico-químicos.

A grande quantidade e diversidade dos dípteros confere a matéria orgânica em decomposição um ambiente favorável para o depósito de ovos, desenvolvimento e alimentação desses organismos, contribuindo para fechar seu ciclo de vida. A presença dos dípteros no sistema é importante, pois eles são responsáveis por converter matéria orgânica instável em biomassa (DIENER et al., 2011; DELGADO et al., 2015; DEHGhani et al., 2016). Para isso, eles atuam na quebra mecânica do substrato, favorecendo a ação dos microrganismos (STEEL; BERT, 2011). Além disso, sua dinâmica é influenciada pelas alterações físico-químicas, o que lhes constitui excelentes indicadores dos estágios da decomposição e estabilização da matéria (MIRA; JARAMILLO, 2010; MORALES; WOFF, 2010). Verifica-se ainda que os organismos pertencentes a esta ordem atuam na predação de outros organismos, contribuindo para o controle biológico, principalmente, daqueles de interesse médico.

Embora as contribuições dos ácaros na teia alimentar do sistema, sejam pouco conhecidas, as observações *in loco* mostraram que eles cobrem múltiplos níveis da teia alimentar, atuando na eliminação da matéria orgânica, na alimentação de fungos e como predadores de outros organismos. Sua presença na fase de estabilização confere um efeito de polimento, agindo como polidores de material semiestável. Além disso, na fase de resfriamento começam a surgir as primeiras eclosões pupárias entre os dípteros e incidência de insetos adultos, principalmente *Hermetia illucens*, insetos que foram comumente encontrados em associação com os ácaros identificados como pertencentes à família Parasitidae. Segundo Labud (2001) os membros dessa família são conhecidos por apresentarem características parasitárias, alimentando-se de ovos e larvas de Dípteros.

Nos Quadros 2 e 3 são apresentadas a diversidade, as características e as funções dos mesoinvertebrados identificados no tratamento aeróbio de resíduos sólidos orgânicos.

Quadro 2: Diversidade e características de mesoinvertebrados identificados no tratamento aeróbio de resíduos sólidos orgânicos domiciliares. Campina Grande-PB.

Características	Mesostigmata	Araneae	Díptera	Isopoda	Orthoptera	Coleoptera
Tamanho populacional grande	X		X			X
Metamorfose completa			X			X
Suscetíveis às alterações ambientais	X	X	X	X	X	X
Indicador da estabilidade	X	X	X		X	X
Facilmente visíveis		X	X	X	X	X
Capacidade de sinantropia	X		X		X	
Capacidade de causar doenças ou alergias			X			X

Quadro 3: Funções e serviços desempenhados por mesoinvertebrados identificados no tratamento aeróbio de resíduos sólidos orgânicos domiciliares. Campina Grande-PB.

Função e serviços no sistema	Mesostigmata	Araneae	Díptera	Isopoda	Orthoptera	Coleoptera
Degradar matéria orgânica	X		X	X		X
Reviram o substrato			X	X		X
Controle biológico		X	X			X
Predadores	X	X				
Polimento do composto semiestáveis	X					

Em relação aos coleópteros, estes são animais bastante diversificados, podendo ser encontrados em quase todos os habitats, inclusive nos resíduos sólidos orgânicos (STEEL; BERT, 2011). Delgado et al. (2015) citam que os coleópteros estão associados à perfuração de túneis dentro do substrato, facilitando a ação de outros organismos e propiciando a aeração do sistema.

Os coleópteros agem como decompositores ou predadores de outros animais presentes no sistema (BORROR; DELONG, 1992) e, sua abundância e ampla distribuição, tornam-nos excelentes bioindicadores das propriedades física e químicas do sistema (DUNXIÃO et al., 1999). Segundo Borrer e Delong (1992), a família Sthaphylinidae está relacionada aos habitats com concentrações significativas de potássio e fósforo, sendo possivelmente indicadores desses minerais no sistema.

Poucos estudos associam os membros da ordem Orthoptera em sistema de compostagem. Seu representante foi a espécie *Achaeta domestica* (família Gryllidae). Indivíduos deste grupo são frequentemente encontrados em jardins e gramas, próximos às atividades humanas. A utilização de resíduos de folhas e flores no substrato pode ter sido um fator preponderante para sua presença no sistema. Contudo, os mesmos só foram percebidos a partir da fase de resfriamento do sistema.

Os indivíduos da ordem Isopoda foram vistos durante quase todo o processo de decomposição em pequena quantidade na fase de degradação ativa e resfriamento do sistema. A maior abundância ocorreu na fase de maturação. Esses organismos foram representados pelo gênero *Armadillium* sp. (família Armadillidiidae),

grupo conhecido por seu corpo possuir seção transversal semicircular, o que lhe confere a capacidade de enrolar seu corpo como forma de defesa, sendo conhecido popularmente pelo nome de tatuzinho de jardim ou tatu-bola.

Segundo Zimmer (2006) os isópodes atuam na quebra mecânica e na fragmentação de folhas e matéria orgânica em decomposição, agindo na degradação de lignina e celulose.

Os indivíduos da ordem Araneae constituem um grupo bastante diversificado. Os indivíduos deste grupo estão adaptados em diferentes habitats, incluindo os resíduos sólidos orgânicos, contudo, as aranhas foram percebidas apenas no final do processo, quando o substrato se encontrava maturado. Por serem predadores, a presença do táxon no sistema incidiu devido à concentração de insetos adultos e outros pequenos invertebrados durante essa fase, o que os tornou alvo de captura e alimento entre as aranhas. Dentro da grande quantidade pertencente ao grupo Araneae, foi visualizada no sistema a família Theridiosomatidae.

Constatou-se que ao contrário da análise de outros organismos especializados na degradação aeróbia da matéria orgânica, os mesoinvertebrados são facilmente observados, a sua metodologia de investigação é economicamente acessível e seu ciclo de vida parcialmente curto, características que permitem aos pesquisadores o acompanhamento e a identificação desses organismos, favorecendo a tomada de decisão, no sentido de alcançar os objetivos pressupostos para o tratamento da parcela orgânica constituinte dos resíduos sólidos domiciliares. Ao passo que degradam a matéria orgânica, exercem importante função no que diz respeito à higienização, haja vista que se alimentam, dentre outros seres vivos, de organismos patogênicos.

CONCLUSÕES

Os resíduos sólidos orgânicos domiciliares, devido à alta quantidade de matéria orgânica e às condições físico-químicas, constituem um ambiente favorável para alimentação, depósito de ovos e ao desenvolvimento de mesoinvertebrados de diferentes ordens e espécies.

A presença de mesoinvertebrados no sistema de tratamento biológico aeróbio é importante, pois eles convertem material em biomassa, trituram a matéria orgânica, beneficiando a ação de microrganismos, indicam as condições físicas e químicas do sistema, promovem o controle de vetores e microrganismos com interesse médico e contribuem para a estabilização da matéria orgânica, culminando com um composto estabilizado e higienizado, com condições agrônômicas viáveis a diferentes culturas.

Nessa perspectiva, identificar a densidade e diversidade de mesoinvertebrados durante o processo é fundamental para garantir a melhoria da qualidade do produto final e para tomada de decisão, no que diz respeito à gestão de resíduos sólidos, sobretudo, os domiciliares, considerados ainda na literatura vigente e na legislação ambiental de insignificante importância sanitária.

A densidade e diversidade de mesoinvertebrados constatada revelam, além do seu importante papel biológico no tratamento de resíduos sólidos orgânicos, o seu excelente nicho ecológico em relação à ciclagem da matéria orgânica e à transformação eficiente de energia ao longo do seu fluxo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ARAUJO, E. C. S. *Avaliação das estratégias aplicadas à gestão integrada de resíduos sólidos no bairro Malvinas, Campina Grande-PB*. 2016. 100f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) – Universidade Estadual da Paraíba/UEPB, 2016.
2. ARAUJO, E. C. S.; COSTA, M. C.; NASCIMENTO, C. R.; SILVA, A. V.; SILVA, M. M. P. Estratégias em Educação Ambiental: contribuições para gestão integrada de resíduos sólidos no âmbito municipal. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 29, 2017, São Paulo. **Anais...** São Paulo, 2017.
3. ARAUJO, E. C. S. *Organismos que participam das diferentes fases do tratamento aeróbio de resíduos sólidos orgânicos domiciliares*. 2018. 176f. Mestrado (Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental) - Universidade Estadual da Paraíba/UEPB, 2018.

4. BISPO, A. L. *Educação Ambiental na formação de líderes comunitários: um instrumento de inserção da temática ambiental na comunidade do bairro das Malvinas em Campina Grande-PB*. 2013. 49f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) – Universidade Estadual da Paraíba, 2013.
5. BORROR, D. J.; DELONG, D. M. *An Introduction to the study of Insects*. Sixth edition, Harcourt Brace Janovich College Publishers. 876 p. 1992.
6. COSTA, M. P. *Viabilização do exercício profissional de catadores e catadoras de materiais recicláveis que atuam no bairro Malvinas, em Campina Grande-PB*. 2014. 81f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) – Universidade Estadual da Paraíba, 2014.
7. COSTA, M. P. *Alternativas tecnológicas para gestão integrada de resíduos sólidos e viabilização do exercício profissional de catadores e catadoras de materiais recicláveis, no bairro Malvinas, Campina Grande-PB*. 2016. 100f. Dissertação (Mestrado de Ciência e Tecnologia Ambiental) – Universidade Estadual da Paraíba, 2016.
8. DEGHANI, R.; CHARKHLOO, E.; VOSOUGHI, M.; MOSTAFAILI, G.; MAHAMMADIAN, M. ZARRABI, M.; AMRANEC, A. Study os Arthropoda associated with the windrow composting of municipal solid waste. *Journal of entomology and zoology studies*, v. 4, n.5, p. 1034-1039, 2016.
9. DELGADO, L. J. A.; CORDOLA, J. C.; PÉREZ, G. S.; ARANGO, Y. L. Decomposición de residuos orgánicos en pacas: aspectos fisicoquímicos, biológicos, ambientales y sanitarios. *Revista producción + limpia*, v.10, n.2, p.38-52, 2015.
10. DIENER, S.; ZURBRÜGG, C.; GUTIÉRREZ, F. R.; KOOTTATEP, D. H.N.; MOREL, A.; TOCKNER, K. Black soldier fly larvae for organic waste treatment – prospects and constraints. *Proceedings of the Waste Safe 2011 – 2nd International Conference on Solid Waste Management in the Developing Countries*, Khulna, Bangladesh, 2011.
11. DUNXIÃO, H.; CHUNRU, H.; YALING, X.; BANWANG, H.; LIYUAN, H.; PAOLETTI, M. G. Relationship between soil arthropods and soil properties in a Suburb of Qianjiang City, Hubei, China. *Critical Reviews in Plant Sciences*, n.18, v.3, p.467-473, 1999.
12. HAUG, R. T. *The practical handbook of compost engineering*. Lewis publishes: Printed in the United States of America, 1993.
13. LABUD, V. A. Ácaros asociados a Dípteros de las familias Muscidae y Fannidae en pilas de Compostaje de Biosólidos. *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina*, v.60, p.162-164, 2001.
14. MCALPINE, J. F.; PETERSON, B. V.; SHEWELL, G. E.; TESKEY, H. J.; VOCKEROTH, J. R.; WOOD, D. M. *Manual of Nearctic Diptera*. Research Branch Agriculture Canada, v. 2, n. 28, 1987.
15. MIRA, G. M.; JARAMILLO, C. A. P. Evaluación cinética de los dípteros como indicadores de la evolución del proceso de compostaje. *Revista ingeniería universidad de Medellin*, Colombia, v.9, n.17, p.13-28, 2010.
16. MORALES, G. E.; WOLFF, M. Insects associated with the composting process of solid urban waste separated at the source. *Revista Brasileira de Entomologia*, v.54, n.4, p.645-653, 2010.
17. NASCIMENTO, C. R. *Sistema de tratamento descentralizado de resíduos sólidos orgânicos no bairro Malvinas, Campina Grande-PB*. 2015. 110f. Dissertação (Mestrado em Ciências e Tecnologia Ambiental) – Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2015.
18. NASCIMENTO, C. R.; SILVA, M. M. P.; ARAUJO, E. C. S.; COSTA, M. P.; SILVA, A. V. Avaliação de sistema de tratamento aeróbio descentralizado móvel de resíduos sólidos orgânicos domiciliares no bairro Malvinas, Campina Grande-PB. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 29, 2017, São Paulo. *Anais...* São Paulo, 2017.
19. PARTANEM, P.; HULTMAN, J.; PAULIN, L.; AUVINEM, P.; ROMANTSCHUK, M. Bacterial diversity at different stages of the composting process. *BMC Microbiology*, v.10, n.94, 2010.
20. PEREIRA, NETO, J. T. *Manual de compostagem; processo de baixo custo*. Belo Horizonte – MG: UNICEF, UFV, p.56, 1996.
21. POLPRASERT, C. *Organic waste recycling*. New York: Jonh Wiley & Sons Ltda, 1989, 357p.
22. RYCKEBOER, J.; MERGAERT, J.; COOSEMANS, J.; DEPRINS, K.; SWINGS, J. Microbiological aspects of biowaste during composting in a monitored compost bin. *Journal of Applied Microbiology*, v.94, p.127-137, 2003.
23. SILVA, M. M. P. SOUSA, J. T.; CEBALLOS, B. S. O.; FEITOSA, W. B. S.; LEITE, V. D. Avaliação sanitária de resíduos sólidos orgânicos domiciliares em municípios do semiárido paraibano. *Revista Caatinga*, v. 23, n.2, p.87-92, 2010.
24. SILVA, M. M. P.; OLIVEIRA, A. G.; LEITE, V. D.; SOARES, L. M. P.; OLIVEIRA, S. C. A. Avaliação de sistema de tratamento descentralizado de resíduos sólidos orgânicos domiciliares em Campina Grande-

- PB. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 26, 2011, Porto Alegre. *Anais...* Porto Alegre, 2011.
25. SILVA, M. M. P.; SOUZA, D. M.; SILVA, P. A.; SILVA, E. H.; JUSTINO, E. D. Contaminação de resíduos sólidos orgânicos domiciliares gerados em domicílios situados na zona urbana de Campina Grande-PB. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 27, 2013, Goiânia. *Anais...* Goiânia, 2013.
26. STEHR, F. W. *Immature insects*. Dubuque, Kendall/Hunt. v. 2, p.974, 1991.
27. STEEL, H.; BERT, W. Biodiversity of compost mesofauna and its potential as an indicator of the composting process status. *Dynamic soil, dynamic plant*, v. 5, n. 2, 45-50p., 2011.
28. TRAUTMANN, N. M.; KRASNY, M. *Composting in the classroom*: scientific inquiry for high school students. 126p. 1997.
29. ZIMMER, M. The role of animal-microbe interactions in isopod ecology and evolution. *Acta Biologica Benrodis*, v.13, p.127-168, 2006.