

III-108 – AVALIAÇÃO DO PROCESSO DE COMPOSTAGEM DE RESÍDUOS SÓLIDOS ORGÂNICOS DESENVOLVIDO NA ESCOLA MUNICIPAL LAFAYETE CAVALCANTE, EM CAMPINA GRANDE/PB

Angela Carolina de Medeiros

Graduada do Curso de Licenciatura e Bacharelado em Ciências Biológicas/UEPB; Mestranda do Curso de Ciências e Tecnologia Ambiental/UEPB.

Monica Maria Pereira da Silva⁽¹⁾

Bióloga pela Universidade Estadual da Paraíba; especialista em educação Ambiental/UEPB; Mestra em pelo PRODEMA/UFPB/UEPB; Doutoranda em Recursos Naturais/UFCG. Professora da UEPB/DFB-NEEA.

Valderi Duarte Leite

Mestre em Recursos Hídricos, UFPB (1986), Doutor em Hidráulica e Saneamento, USP (1997). Professor do curso de Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Estadual da Paraíba (DQ/CCT/UEPB).

Wanderson Barbosa da Silva Feitosa

Graduando do Curso de Química Industrial/UEPB. Mestrando do Curso de Recursos Naturais/UFCG.

Marcelo Garcia de Oliveira

Graduando do Curso de Licenciatura e Bacharelado em Ciências Biológicas/UEPB.

Endereço⁽¹⁾: Rua Maria Barbosa de Albuquerque, 690 - Bodocongó II - Campina Grande - PB. CEP: 58108320 – Brasil - Tel: (83) 3333 1436 - e-mail: monicaea@terra.com.br

RESUMO

Dentre os problemas que corroboram para crise ambiental vigente destaca-se a problemática do mau acondicionamento dos resíduos sólidos, para a qual há urgência de soluções. A Escola Municipal Lafayette Cavalcante busca concretizar a gestão integrada de resíduos sólidos, destinando corretamente cada resíduo produzido, dando maior ênfase à matéria orgânica, por constituir mais de 50% do total de resíduos gerado. A medida adotada corresponde ao processo aeróbio de compostagem que transforma os resíduos orgânicos em adubo. O objetivo principal do trabalho consistiu em analisar o processo de compostagem de resíduos sólidos orgânicos produzidos na Escola Pública Municipal Lafayette Cavalcante, em Campina Grande/PB. O trabalho aplicou técnicas da pesquisa participante e experimental. O processo de sensibilização teve por base o MEDICC – Modelo Dinâmico para a Construção e Reconstrução do Conhecimento voltado para a melhoria do meio ambiente, utilizando-se de estratégias direcionadas à interdisciplinaridade, à sustentabilidade e ao trabalho contínuo de Educação Ambiental. As análises dos parâmetros físico-químicos foram realizadas semanalmente na EXTRABES - Estação Experimental de Tratamentos Biológicos de Esgotos Sanitários. As análises demonstraram que o composto orgânico produzido na escola, apresenta-se dentro dos padrões previstos pela literatura, apresentando pH básico de 8,5, relação de C/N entorno de 17,33%, umidade em média de 49%, 51,03% de matéria orgânica seca, e constatação de humificação do composto, a partir diminuição significativa de sólidos totais voláteis. No momento de instalação do experimento, foram encontrados 22,9 ovos de helmintos por grama de massa seca; no adubo resultante não foram identificados ovos de helmintos, o que representa 100% de remoção de ovos de Helmintos. O processo de compostagem foi utilizado em atividades interdisciplinares, envolvendo e sensibilizando os integrantes da comunidade escolar. A análise do composto orgânico produzido na escola comprovou a viabilidade da utilização do adubo na horta escolar, uma vez que os parâmetros físico, químico e biológico estão de acordo com os índices recomendados pela literatura. O processo de compostagem utilizado como Laboratório vivo do Ensino das Ciências Naturais propiciou a interdisciplinaridade e a inserção da Educação Ambiental no currículo escolar, além de sensibilizar a comunidade escolar para adoção de atitudes sustentáveis, porém o processo ainda não foi suficiente para a formação de um perfil de escola sustentável.

PALAVRAS-CHAVE: Educação Ambiental, Gestão Integrada de Resíduos Sólidos, Compostagem.

INTRODUÇÃO

Os desequilíbrios que circundam o meio ambiente são provenientes do atual fluxo de impactos ambientais negativos causados pelas ações impensadas que os seres humanos causam ao ecossistema maior, o Planeta Terra. As interferências humanas comprometem a capacidade de suporte, colocando em risco a continuidade de todas as espécies de seres vivos. Em meio às problemáticas causadas habitualmente por ações antrópicas,

destaca-se o acúmulo de resíduos sólidos dispersos no meio ambiente sem gerenciamento adequado, para a qual há urgência de soluções e a gestão integrada de resíduos mostra-se como alternativa viável.

Com o intuito de solucionar a falta de destinação adequada para os resíduos sólidos, a Escola Municipal Lafayette Cavalcante implantou a gestão integrada de resíduos sólidos que consiste em alternativas viáveis para destinação e/ou tratamento cada tipo de resíduo.

Na referida escola destaca-se a produção de matéria orgânica, constituindo 56% dos resíduos produzidos diariamente na instituição, para estes o processo de compostagem que transforma a matéria orgânica em adubo orgânico é o mais indicado. Devido a provável produção de composto isento de ovos de helmintos e com características agrônomicas que permitem o uso na horta e jardim da escola.

Segundo Haug (1993) e Pereira Neto (1996) compostagem compreende um processo de decomposição e estabilização biológica da matéria orgânica sob condições que permitem o desenvolvimento de temperatura originada pelo calor produzido durante a atividade biológica, cujo produto final é suficientemente estável para armazenamento e aplicação no solo, sem efeitos negativos ao meio ambiente e ao ser humano.

O processo de compostagem consiste na decomposição natural da matéria orgânica, como a finalidade de reintroduzir nutrientes de origem animal e/ou vegetal a cadeia de produtores, através de fenômenos biológicos, físicos e químicos. O procedimento pode ocorrer pelo método aeróbio ou anaeróbio, dependendo da metodologia aplicada. O composto orgânico resultante da compostagem pode ser utilizado no solo.

A compostagem proporciona benefícios diretos à comunidade escolar, diminuindo a quantidade de resíduos sólidos orgânicos encaminhada ao lixão, transformando a matéria orgânica em adubo e utilizando a compostagem como recurso técnico-pedagógico para aplicação da Educação Ambiental de forma interdisciplinar no currículo escolar.

O principal objetivo deste trabalho foi avaliar o processo de compostagem de resíduos sólidos orgânicos desenvolvido na Escola Municipal Lafayette Cavalcante em Campina Grande/PB.

MATERIAIS E MÉTODOS

O presente trabalho trata de uma pesquisa participante e experimental realizada no período de Agosto de 2005 a Julho de 2006, na Escola Municipal Lafayette Cavalcante, em Campina Grande/PB.

O material orgânico foi acondicionado no sistema experimental composteira, constituído por oito compartimentos de cimento de 0,25 m² cada. O sistema comporta duas leiras simultâneas e a cada etapa de maturação o composto é transferido de compartimento passando um mês em cada, ao chegar ao estágio de humificação o composto é peneirado, depositado no último compartimento e em seguida armazenado.

O processo de compostagem ocorreu pelo método aeróbio. A matéria orgânica foi disposta nos compartimentos em forma de pilhas e a aeração necessária para o desenvolvimento do processo de decomposição biológica ocorreu através de reviramentos periódicos.

A pilha de matéria orgânica a ser compostada foi constituída de 25,85kg, sendo 18,05kg de cascas de frutas, verduras e restos de comida e 7,8kg de folhas secas. Foi retirado 1,6kg para as análises semanais, 100g cada semana e 400g para a análise de Helmintos. Ao final do processo foi obtido 1,8kg de adubo orgânico e 325g de rejeito (pedaços de caule não degradado).

Os principais parâmetros do processo de compostagem analisados semanalmente foram: temperatura, pH, sólidos totais, sólidos totais voláteis, sólidos totais fixos, relação C/N, Fósforo, Potássio e umidade controlados a partir do ciclo de reviramento de três em três dias. Foi realizada análise de ovos de Helmintos do composto inicial e final. As análises dos parâmetros físico-químicos seguiram os métodos propostos no Standard Methods (APHA, 1992), e a análise biológica seguiu o método de Meyer (1978). As análises foram realizadas semanalmente na EXTRABES – Estação Experimental de Tratamentos Biológicos de Esgotos Sanitários.

Os dados foram analisados de forma quantitativa e qualitativa, utilizando-se da triangulação, que segundo Thiollent (1998) consiste em quantificar, qualificar e descrever os dados simultaneamente.

RESULTADOS

O experimento pelo método aeróbio de compostagem, no qual a matéria orgânica é disposta na forma de pilhas ocorreu durante 90 dias, neste período, foram analisados semanalmente os parâmetros de temperatura, pH, umidade, sólidos totais, sólidos totais voláteis, sólidos totais fixos, relação Carbono/Nitrogênio, Fósforo, Sódio, Potássio. A aeração necessária para o desenvolvimento do processo de decomposição biológica ocorreu por meio de reviramentos periódicos. O modelo de composteira utilizado seguiu a metodologia proposta por Silva e Sousa (2004), no qual a matéria orgânica é disposta em oito de $0,25m^2$, conforme mostra a figura 1.



Figura 1: Modelo de composteira da Escola Municipal Lafayete Cavalcante em Campina Grande/PB.

Durante o processo de compostagem a temperatura da pilha passa por duas fases distintas, a primeira denominada termofílica, caracterizando a fase de degradação ativa; e a segunda denomina-se mesofílica que demarca o período de humificação do composto. A princípio a pilha apresenta temperatura ambiente, em seguida intensifica-se devido à ação dos organismos vivos que participam do processo de degradação da matéria orgânica, apresentando temperatura mais elevada no centro da pilha. A variação de temperatura medida duas vezes por semana, em três pontos distintos, Temperatura Superficial, Média e Profunda durante as duas fases encontra-se exposta na figura 2.

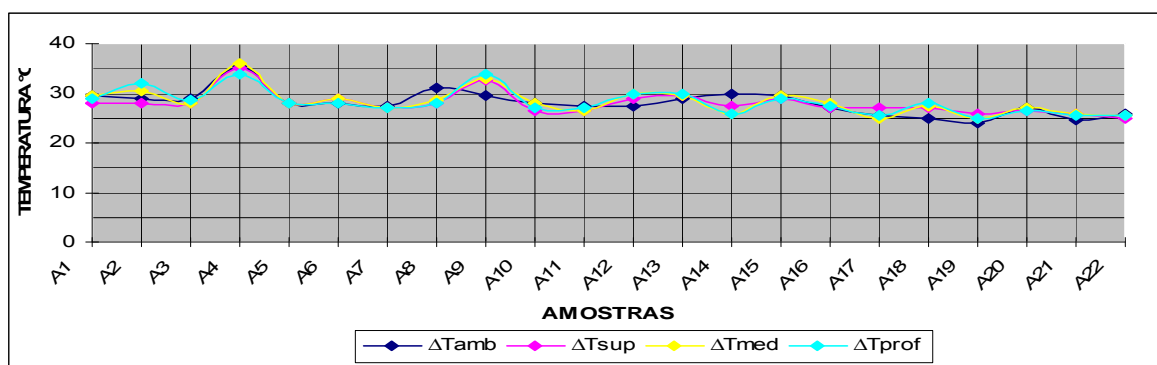


Figura 2: Variação da temperatura média da pilha de composto orgânico em três profundidades.

A figura 2 demonstra que durante todo o processo de compostagem a temperatura mínima foi de $25^{\circ}C$ e máxima de $36^{\circ}C$, próxima a temperatura ambiente, fato justificado pelo pequeno porte da pilha. No entanto, a baixa temperatura encontra-se dentro dos padrões previstos pela literatura que afirmam que temperaturas superiores a $25^{\circ}C$ conseguem eliminar os ovos de Helmintos e os microrganismos patogênicos, fato comprovado na análise final de Helmintos feita neste respectivo trabalho apontando índice inicial de 22,9 ovos/ g_{MS} e ao final índice zero de Ovos de Helmintos. Embora o processo tenha se realizado em tempo hábil, é importante manter índices mais elevados de temperatura aumentando o tamanho da pilha.

O Potencial hidrogeniônico (pH) inicial do composto foi de 5,76, indicando ligeira acidez situação também descrita por Kiehl (1998) afirmando que toda matéria orgânica posta para ser decomposta tem inicialmente reação ácida.

No decorrer do processo o pH apresenta-se básico, que segundo Pereira Neto (1996) determina estabilidade na fase termofílica, ocorrendo forte ativação das reações bioquímicas de oxidação. Em seguida, o composto estabiliza, determinando início do estágio de maturação. Os índices identificados nas análises encontram-se expostos na tabela 1.

Tabela 1: Níveis de pH observados durante o processo de compostagem

Parâmetro	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	A ₅	A ₆	A ₇	A ₈	A ₉	A ₁₀	A ₁₁	A ₁₂
pH	5,76	8,63	9,15	9,11	8,63	9,24	8,7	8,22	8,94	8,79	8,5	8,2

De acordo com a Tabela 1, o pH obedeceu os níveis previstos pela literatura, iniciando com o pH ácido, elevando-se gradativamente até a 6ª semana, Amostra 6 (A₆), e em seguida adquiriu estabilidade na fase termofílica assumindo na última análise, Amostra 12 (A₁₂), caráter básico de 8,2, que segundo Pereira Neto (1996) e Haug (1993) favorece o sistema e permite a aplicação do composto orgânico na correção de solos ácidos.

A Matéria Orgânica Seca dos resíduos sólidos de acordo com o Manual de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2001) deve apresentar teor de no mínimo 40%. Segundo Kiehl (1998) cerca de 50% da matéria orgânica é metabolizada e convertida a gás carbônico e vapor d'água.

Haug (1993) recomenda uma faixa de umidade ótima para o processo aeróbio entre 50 e 65%. Pereira Neto (1996) justifica que o teor de umidade sofre variação de acordo com as características físicas do substrato, sugerindo para resíduos sólidos orgânicos urbanos uma faixa ideal entre 45-55%.

A Figura 3 demonstra uma média de 51,03% de Sólidos Totais, destes 12,23% corresponde à parcela de Sólidos Totais Voláteis e 38,8% a Sólidos Fixos. A umidade inicia-se com 76,71%, teor acima dos parâmetros recomendados pela literatura, que sugere umidade inicial em torno de 55%.

Ao longo do processo a umidade sofre uma perda gradativa, estabilizando ao término do processo, Amostra 12 (A₁₂), a umidade apresentou índice próximo a 30%, estando de acordo com os índices estabelecidos pelo Manual de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2001), o qual sugere que a umidade final não deve ultrapassar 40%.

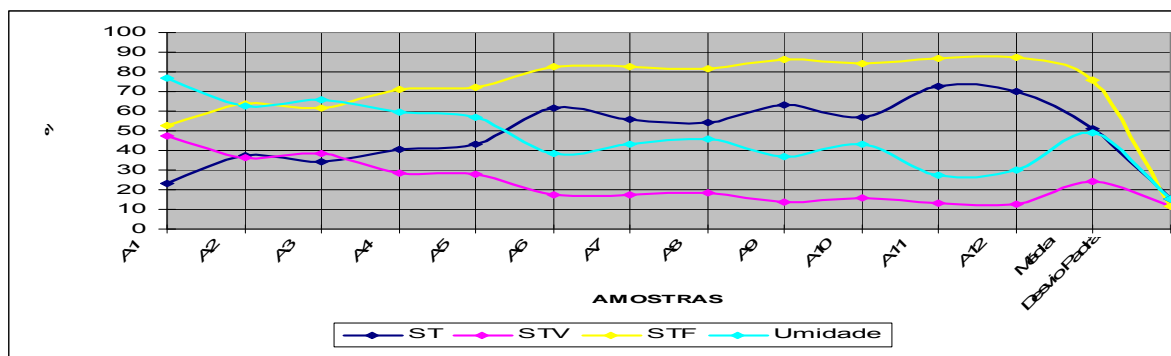


Figura 3: Índices de Matéria Orgânica Sólida e Umidade.

O Carbono e o Nitrogênio são considerados os principais nutrientes essenciais à estabilização do processo de compostagem, representando respectivamente a principal fonte de energia para as atividades vitais dos organismos decompositores e a fonte básica para reprodução protoplasmática dos organismos. Segundo Pereira Neto (1996) o excesso de carbono prolonga o período de humificação do composto orgânico e uma concentração elevada de nitrogênio em relação ao carbono favorece a perda de nitrogênio por meio de volatilização de amônia e consequentemente diminuição de organismos decompositores e aparecimento de odores féticos.

A relação Carbono/Nitrogênio recomendada por Haug (1993) e Pereira Neto (1996) deve estar em torno de 25:1 e 30:1. Kiehl (1998) reafirma que a relação inicial do processo de compostagem deve apresentar uma relação de C/N entre 30:1, podendo atingir no período de bioestabilização uma relação de 18:1.

A Tabela 2 expressa os índices de variação do teor de Carbono Orgânico Total (COT) e de Nitrogênio Total (NT), seguida da relação Carbono/Nitrogênio (C/N).

Tabela 2: Concentrações de Carbono e Nitrogênio.

Parâmetros	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	A ₅	A ₆	A ₇	A ₈	A ₉	A ₁₀	A ₁₁	A ₁₂
COT (%)	26,26	20,27	21,25	15,93	15,61	9,75	9,69	10,18	7,71	8,71	7,39	7,04
NT (%)	0,92	0,90	0,81	0,81	0,73	0,74	1,29	0,61	0,61	0,83	0,50	0,49
C/N (%)	28,42	22,62	26,17	19,74	21,5	13,19	7,49	16,6	12,9	10,44	14,66	14,25

A relação inicial de Carbono/Nitrogênio do processo mostra-se favorável ao sistema aeróbio de compostagem, apresentando teor de 28,42%, estando próxima da faixa de variação recomendada por Haug (1993) e Pereira Neto (1996). No entanto, na Amostra 6 (A₆), a relação C/N sofreu um grande declínio, fato que está diretamente relacionado a diminuição excessiva de umidade nesta mesma fase, este declínio favoreceu desequilíbrio do sistema causando a morte de importantes organismos decompositores, devido a baixa relação C/N. Ao final do processo a relação C/N foi de 14,25%, apresentando teor abaixo dos índices estabelecidos pela literatura.

Os principais nutrientes encontrados durante a degradação dos compostos orgânicos foram: Nitrogênio, Fósforo e Potássio – NPK, e Sódio (Na) em pequena parcela. Na tabela 3 estão descritos os índices dos nutrientes, encontrados em escala menor do que a recomendada pela literatura, fato justificado pela natureza do composto, que possuiu grande parcela de folhas secas.

Tabela 3: Concentrações de Nitrogênio, Fósforo, Potássio e Sódio.

Parâmetros	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	A ₅	A ₆	A ₇	A ₈	A ₉	A ₁₀	A ₁₁	A ₁₂
NT (%)	0,92	0,90	0,81	0,81	0,73	0,74	1,29	0,61	0,61	0,83	0,54	0,49
P (%)	0,08	0,16	0,13	0,127	0,09	0,09	0,10	0,12	0,10	0,09	0,09	0,07
K (%)	1,38	1,42	1,34	1,31	0,21	1,28	0,24	0,21	0,19	0,15	0,16	0,14
Na (%)	0,04	0,05	0,04	0,03	0,02	0,02	0,04	0,05	0,44	0,03	0,04	0,04

A baixa concentração dos nutrientes ocorreu devido a pouca variedade de substrato no processo de compostagem, uma vez que a significativa quantidade de folhas presentes no composto representa um dos fatores contribui para a obtenção de um composto com baixo teor de Nitrogênio e Fósforo, no entanto, pode-se identificar culturas agrícolas que se adequem a este tipo de composto.

Para comprovar a viabilidade da utilização do composto orgânico produzido na escola foi feita uma análise quantitativa dos ovos de Helmintos da 1ª amostra a ser decomposta e do composto maturado, seguindo o método de Meyer (1978), modificado Silva ET al (2007).

Inicialmente, o composto apresentou 22,9 ovos/g_{MS}, sendo deste total de ovos Helmintos 75% de *Ascaris sp.* e 25% de *Hymenoleps nana*. O composto resultante não apresentou nenhum ovo de Helmintos.

Constata-se que o composto resultante é considerado é viável à utilização em horta escolar, bem como, pode ser manuseado pelos educandos e educandas durante às aulas práticas.

O envolvimento da comunidade escolar no processo de compostagem ocorreu simultaneamente à execução da gestão integrada de resíduos sólidos e foi motivado através do processo de sensibilização. Este ocorreu por meio de encontros; eventos; do sistema de Rodízio de atividades, que subdivide as tarefas de modo que toda a comunidade escolar contribua com a gestão, a supervisão do Sistema CCHEA – JOSY, monitoramento e avaliação dos parâmetros da compostagem e na manutenção dos canteiros da horta. Conforme mostra a figura 3.



Figura 4: Plantio e manutenção das hortaliças.

O processo de compostagem foi utilizado como recurso técnico-pedagógico, nas atividades de matemática, português, ciências, dentre outras, comprovando a inserção de Educação Ambiental de forma interdisciplinar no currículo escolar.

CONCLUSÕES

Os resíduos orgânicos produzidos na escola e utilizados no processo de compostagem apresentaram inicialmente, número significativo de ovos de helmintos, 22,90 ovos/gMS, deste 75% corresponderam a ovos de *Ascaris sp* e 25% de ovos *Hymenoleps nana*.

O composto orgânico produzido na composteira instalada na escola apresentou características que atendem à legislação vigente: pH básico (8,5), relação de C/N de 17, 33, umidade de 49%, 51,03% de sólidos totais, 12,23% sólidos totais voláteis e 38,8% de Sólidos Fixos.

O sistema de composteira mostrou-se eficiente à eliminação de Ovos de Helmintos, pois 100% destes ovos foram eliminados, minimizando os riscos à saúde ambiental e humana. Os índices de nutrientes apresentaram-se dentro dos padrões mínimos recomendados pela literatura, devido ao tipo de substrato não ter muita variedade e a maior parte corresponder a folhas secas. Porém, estes fatores não comprometem a qualidade do composto, quando se refere a utilização em horta e jardim da escola.

O processo de compostagem no âmbito escolar foi utilizado como Laboratório vivo do Ensino das Ciências Naturais, contemplando a interdisciplinaridade e a inserção da Educação Ambiental no currículo escolar e colaborando para mudanças, atitudes e percepção do meio ambiente dos integrantes da comunidade escolar.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALPHA- STANTARD METHODS SO THE EXAMINACION OF WATER AND WASTRWATER. 18. ed. WASHINGTON. ATHA - AWWA - WPTS, 1992
2. BRASIL. Gestão integrada de resíduos sólidos; **Manual de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos**. Brasília: Secretaria Especial de Desenvolvimento Urbano da Presidência da República, 2001
3. HAUG, Roger T. **The practical Handbook of compost engineering**. United States of America: Lewis publishers, 1993
4. KIEHL, Edmar José. **Manual de compostagem: Maturação e qualidade do composto**. Piracicaba: E.J.Kiehl, 1998
5. MEYER, K. B., MULLER K. D. KANESHIRO, E. S. Recovery of *Ascaris* eggs from sludge. Journal of Parasitology, 64, 380-383, 1978. In: SANEPAR – Companhia de Saneamento do Paraná. Manual de métodos para análises microbiológicas e parasitológicas em reciclagem agrícola de lodo de esgoto/Cleverson Vitorio Andreoli (Coord), Bárbara Rocha Pinto Bonnet (Coord). 2 ed. Ver. E ampl. – Curitiba: Sanepar, 2000
6. PEREIRA NETO, João Tinoco. **Manual de compostagem: processo de baixo custo**. Belo Horizonte: UNICEF, 1996. 56p.



7. SILVA, Monica Maria Pereira da e SOUSA, Danielle Araújo de. **Avaliação de procedimentos metodológicos para implantação e implementação do processo de compostagem na escola municipal Lafayette Cavalcante, em Campina Grande/PB.** 2004. Relatório Final. Iniciação científica (Programa Institucional de Iniciação Científica PROINCI/CNPq/UEPB). Campina Grande: UEPB
8. THIOLLENT, Michael. **Metodologia da pesquisa ação.** 8ª ed. São Paulo: Cortez, 1998