



A Importância da Compostagem para a Educação Ambiental nas Escolas

Sérgio M. Sanches, Carlos Henrique Tomich de Paula da Silva, Izabel C.G. Vespa e Eny Maria Vieira

No sentido de conscientizar os alunos e a comunidade da necessidade de preservação do meio ambiente, foi implantado o processo de compostagem para minimizar o lixo gerado no restaurante do Colégio Adventista de São José do Rio Preto. Neste projeto houve a participação dos alunos, professores e funcionários. O composto gerado foi caracterizado e utilizado como adubo no plantio de sementes e no jardim da escola. Durante o desenvolvimento do projeto foram trabalhados com os alunos conceitos de Matemática, Ciências, Biologia e Química. Os professores chegaram à conclusão de que é possível empregar a interdisciplinaridade para melhorar o aprendizado.

► compostagem, educação ambiental, interdisciplinaridade ◀

Recebido em 14/7/04; aceito em 7/12/05

10

O manejo inadequado de resíduos sólidos de qualquer origem gera desperdícios, constitui ameaça constante à saúde pública e agrava a degradação ambiental, comprometendo a qualidade de vida das populações, especialmente nos centros urbanos de médio e grande porte. A situação evidencia a urgência em se adotar um sistema de conscientização educacional adequado para o manejo dos resíduos, definindo uma política para a gestão e o gerenciamento, a qual assegure a melhoria continuada do nível de qualidade de vida, promovendo ações práticas recomendadas para a saúde pública e protegendo o meio ambiente.

Por outro lado, o descarte inadequado de resíduos sólidos nos centros urbanos, sem qualquer tratamento, está contaminando os lençóis freáticos de várias regiões brasileiras. Essa situação é ainda pior se considerarmos que a água potável vai se tornar, em breve, um fator de grande competitividade entre as nações, pois

está transformando-se em recurso cada vez mais escasso.

Os resíduos sólidos são classificados como sendo aqueles nos estados sólidos e semi-sólidos que resultam de atividades das comunidades, podendo ser de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, de serviços, de varrição e agrícola (Schalch, 1991). Ficam também incluídos os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos, cujas particularidades tornem inviável seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos d'água e que exijam para isto soluções técnicas e economicamente inviáveis em face de melhor tecnologia disponível.

A compostagem tem se apresentado como uma forma eficiente de se reciclar os resíduos de animais e ve-

getais, sendo um processo de transformação de resíduos orgânicos em adubo humificado (Vespa, 2000). Dois estágios podem ser identificados nessa transformação: o primeiro é denominado digestão, e corresponde à fase inicial da fermentação, na qual o material alcança o estado de bioestabilização e a decomposição ainda não se completou. Porém, quando bem caracterizada, a digestão permite que se use o composto como adubo, sem o risco de causar danos às plantas. O segundo

estágio, mais longo, é o da maturação, no qual a massa em fermentação atinge a humificação, estado em que o composto apresenta melhores condições como melhorador do solo e fertilizante. O produto final da compostagem, denominado composto, é definido como sendo um adubo preparado com restos de material orgânico e sem patógenos, dependendo do processo empregado.

Durante o processo, alguns com-

O descarte inadequado de resíduos sólidos nos centros urbanos, sem qualquer tratamento, está contaminando os lençóis freáticos de várias regiões brasileiras

A seção "Relatos de sala de aula" socializa experiências e construções vivenciadas nas aulas de Química ou a elas relacionadas. Neste número a seção apresenta três artigos.

ponentes da matéria orgânica são utilizados pelos próprios microrganismos para formação de seus tecidos, outros são volatilizados e outros, ainda, são transformados biologicamente em uma substância escura, uniforme, com consistência amantegada e aspecto de massa amorfa, rica em partículas coloidais, com propriedades físicas e químicas inteiramente diferentes da matéria-prima original. A essa substância dá-se o nome de *húmus*.

Os principais fatores que influenciam o processo da compostagem são de ordem nutricional e ambiental, e estão relacionados ao controle do processo pelo homem e ao tipo de tecnologia utilizada no processamento do composto. As principais influências sobre o processo decorrem de:

- aeração;
- temperatura;
- umidade;
- relação carbono-nitrogênio (C/N).

A transformação biológica da matéria orgânica crua biodegradável ao estado de matéria orgânica humificada dá-se pelo trabalho dos microrganismos que participam do processo; assim, ela é influenciada por todos os fatores que afetam a atividade dos mesmos. Os principais microrganismos responsáveis pelo processo de compostagem são as bactérias, os fungos e os actinomicetos.

Com a prática da compostagem diminui-se também a quantidade de restos orgânicos que são depositados nos rios e dos chorumes que infiltram no solo, atingindo as águas subterrâneas, o que provoca a eutrofização da água. Como consequência desta, os peixes e outros seres vivos podem morrer. Por outro lado, quando todo o oxigênio da água é consumido, inicia-se a reprodução de bactérias anaeróbias e, com isso, a água torna-se imprópria para o consumo humano.

No projeto relatado neste artigo, que contou com a participação dos alunos, professores e funcionários do Colégio Adventista de São José do Rio Preto, teve-se como objetivo o estudo dos resíduos orgânicos produzidos no próprio Colégio e a cons-

cientização, junto à comunidade local, sobre a importância do tema.

Desenvolvimento

Os objetivos deste projeto incluíram envolver professores, alunos e funcionários da escola onde foi realizado o estudo com o tema da compostagem e sua importância para a comunidade. A comunidade da cidade também foi envolvida, pois foi mostrada a ela a importância da educação ambiental para a melhoria da qualidade de vida, de modo a estimular o espírito crítico sobre a realidade e auxiliar na busca de soluções para os problemas ambientais. Também fez parte dos objetivos desenvolver a integração interdisciplinar no tratamento das questões ambientais tendo como referência o estudo da compostagem.

Especificamente, a comunidade local foi envolvida com o projeto por meio de reuniões nas quais os resultados obtidos foram apresentados e discutidos, com o intuito de gerar uma conscientização coletiva sobre a importância do tema. Nessas reuniões, foi discutida, entre outras, a possibilidade de se minimizar a quantidade gerada de lixo doméstico que é acumulado, uma vez que 25% desse material pode ser reciclado e o produto da compostagem pode ser utilizado como adubo, por exemplo. Um dos riscos associados à compostagem que também foi discutido é a possibilidade da presença de metais pesados no composto, os quais poderiam ser transferidos ao solo, lixiviados para rios etc., afetando assim o meio ambiente. Similarmente, agentes patogênicos presentes nos compostos também representariam a possibilidade de futuros danos à saúde dos seres humanos. A compostagem é um processo com grande potencial, uma vez que cerca de 50% do lixo municipal é constituído por matéria orgânica e, assim, há um bom motivo para se desenvolver o projeto de compostagem.

A prática da compostagem contribui para diminuir a quantidade de restos orgânicos que são depositados nos rios e dos chorumes que infiltram no solo, atingindo as águas subterrâneas

As vantagens e desvantagens do processo de compostagem foram discutidas com professores, funcionários e alunos do Colégio Adventista, bem como com a comunidade local. Uma das principais vantagens é que o seu produto final, quando utilizado como adubo, aumenta a qualidade do solo. O emprego da compostagem também diminui o volume de lixo, contribuindo para aumentar a

vida útil dos aterros sanitários. Por outro lado, uma desvantagem seria que o composto não poderia ser usado de maneira generalizada e não racional, pois o mesmo pode conter, por exemplo,

metais pesados e agentes patogênicos, prejudiciais aos seres humanos e ao meio ambiente, como um todo.

O desenvolvimento do projeto foi realizado em etapas. Inicialmente, em uma aula de Matemática, os alunos fizeram os cálculos das dimensões das composteiras a serem construídas, levando em conta o volume dos resíduos sólidos gerados no restaurante da escola. Posteriormente, os alunos plantaram mudas de rosas em vasos contendo o composto adubo. Esse adubo também foi utilizado no jardim da escola. A Figura 1 mostra uma foto da composteira feita no colégio.

Em uma aula de Ciências, inicialmente os alunos fizeram uma busca na literatura sobre os principais microrganismos envolvidos no processo de compostagem. Os compostores relacionados à compostagem são as bactérias, os fungos (unicelulares) e os actinomicetos, estes últimos pertencentes ao grupo de microrganismos procarióticos (bactérias Gram-positivas). Os alunos também classificaram os organismos segundo os reinos *Monera* – bactérias e cianobactérias, e *Fungi* – fungos em geral. Em seguida, eles mediram a temperatura no interior da leira (pilha de material orgânico, com altura pré-determinada e configuração definida), a qual foi de 32 °C. O aquecimento das leiras (ou pilhas) ocorre



Figura 1: Visão da composteira feita no Colégio Adventista de São José do Rio Preto.

naturalmente em função do processamento do material pelos microrganismos, cujo metabolismo é exotérmico.

Ainda na aula de Ciências, após a obtenção do composto, realizou-se a medida do seu pH, cujo valor obtido foi de 8, a fim de se verificar se ele poderia ser utilizado como adubo. As medidas de pH foram feitas *in situ*, com o material recém-coletado. Partiu-se de cerca de 200 g de amostra obtida por quarteamento (divisão em quatro partes iguais), a qual foi introduzida em um saco plástico. Adicionou-se 200 mL de água destilada e agitou-se em seguida. A amostra foi então filtrada com papel de filtro e mediu-se o pH com papel indicador. Para fins comparativos, mediu-se também o pH com um pHmetro Hitachi, na Unesp-Araraquara, obtendo-se o valor 7,7.

A compostagem aeróbica provoca a elevação do pH. No início do processo, o material produzido pode tornar-se ainda mais ácido, devido à formação de ácidos minerais. Estes logo desaparecem, dando lugar aos ácidos orgânicos que reagem com as bases liberadas da matéria orgânica, neutralizando e transformando o meio em alcalino. Assim, independentemente do uso de corretivos, a compostagem conduz à formação de matéria orgânica húmica com relação alcalina.

Entre as vantagens e desvantagens da compostagem, alguns alunos apontaram o reaproveitamento dos resíduos sólidos gerados como forma de se minimizar a quantidade de lixo que tem como destino aterros sanitários e lixões

Por meio de observações e análises na compostagem realizada durante um período de 100 dias, concluiu-se que o composto estaria propício ao uso. Observou-se a presença de seres vivos invertebrados tais como tatuzinho (*Ligia oceanica*), formiga (*Acromyrmox sp.*) e besouro (*Chelymorpha cribaria*) no composto, os quais foram classifi-

cados como consumidores primários dentro da pirâmide de consumidores do material orgânico, uma vez que são herbívoros, enquanto as bactérias são os decompositores. O composto foi também caracterizado quanto à umidade, teor de matéria orgânica, pH e formas de nitrogênio, tanto no estágio inicial como final. Essas análises foram realizadas na Unesp-Araraquara. Sem água, não há vida. Isto, por si só, já demonstra a importância da umidade na compostagem. Para que o processo ocorra idealmente, é importante buscar o equilíbrio água-ar, o que é obtido mantendo-se o material em processamento com um teor de umidade de 55% (o resultado obtido foi de 45% de umidade). Os resíduos orgânicos domésticos ou domiciliares natu-

ralmente apresentam uma umidade ao redor de 55%, razão pela qual a compostagem representa uma interessante alternativa para sua transformação em húmus. Nas análises realizadas em período inferior a 100 dias, verificou-se a presen-

ça de nitrito, o que indica que o composto não estava maturado. A determinação do nitrito foi qualitativa, por reação com ácido sulfúrico diluído e conseqüente liberação característica de gás marrom-avermelhado. O tempo necessário para que ocorra a maturação tem de ser maior do que 90 dias para que o composto possa

ser empregado, principalmente em plantio de sementes. O composto obtido a partir da compostagem da parcela orgânica dos resíduos sólidos urbanos, ou lixo domiciliar, pode ser usado com sucesso como condicionador de solos, além de representar fonte de macro e micronutrientes para as plantas em geral.

Considerações finais

Por meio da aplicação de conceitos e metodologias em sala de aula, teve-se a oportunidade da prática *in loco*, vivenciando-se situações concretas de um problema ambiental. O projeto e suas vantagens como um todo foram discutidos com alunos, professores, funcionários e a comunidade em geral. Algumas das questões que orientaram essa discussão envolvem as vantagens e desvantagens da compostagem. Com respeito a isso, alguns alunos apontaram o reaproveitamento dos resíduos sólidos gerados como forma de se minimizar a quantidade de lixo que tem como destino aterros sanitários e lixões. Outra questão para discussão com os alunos é sobre a importância da interdisciplinaridade desse projeto. Alguns alunos aprovaram a iniciativa, comentando sobre o quanto aprenderam a respeito dos diferentes tópicos envolvidos. Isto fez que os professores chegassem à conclusão de que é possível empregar a interdisciplinaridade do tema para melhorar o aprendizado dos alunos nas escolas, uma vez que o projeto incentiva o interesse científico e ambiental dos mesmos.

Sérgio M. Sanches (ssanches@sc.usp.br), químico pela Universidade Federal de Uberlândia, mestre em Química Analítica pela USP, é doutorando no curso em Ciências da Engenharia Ambiental da USP, em São Carlos - SP. **Carlos Henrique Tomich de Paula da Silva** (tomich@fcrp.usp.br), químico pela Unicamp, é mestre em Química pelo Instituto Militar de Engenharia e doutor em Ciências (Química) pela USP. **Izabel C.G. Vespa** (izabelcristinagv@hotmail.com.br), licenciada em Ciências pela Faculdade Riopretense de Filosofia Ciências e Letras e mestre em Agronomia pela Unesp, é professora do colégio Adventista de São José do Rio Preto. **Eny Maria Vieira** (eny@iqsc.sc.usp.br), química pela Unifenas, mestre e doutora em Química Analítica pela USP, é docente do Instituto de Química de São Carlos da USP.

Referências bibliográficas

SCHALCH, V. *Análise comparativa do comportamento de dois aterros sanitários semelhantes e correlações dos parâmetros do processo de digestão anaeróbia*. Tese de doutorado em Hidráulica e Saneamento. São Carlos: Escola de Engenharia de São Carlos - USP, 1991.

VESPA, I.C.G. *Escola limpa: Reciclagem de lixo. 1º Simpósio da Unesp sobre o Lixo e suas Múltiplas Destinações*. Águas de São Pedro, 2000.

Para saber mais

BIDONE, F.R.A. e POVINELLI, J. *Conceitos básicos de resíduos sólidos*. São Carlos: Projeto Reenge (EESC/USP), 1999.

CASELLANO, E.G. e CHAUDHRY, F.H. *Desenvolvimento sustentado: Problemas e estratégias*. São Carlos: EESC - USP, 2000.

D'ALMEIDA, M.L.O. e VILHENA, A. *Lixo municipal: Manual de gerenciamento integrado*. 2ª ed. São Paulo: IPT/CEMPRE, 2000.

KIEHL, E.J. *Metodologia de compostagem e ação fertilizante do composto de resíduos domiciliares*. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz - USP, 1979.

PHILIPPI Jr., A. e PELICIONE, M.C.F. *Educação ambiental: Desenvolvimento de cursos e projetos*. São Paulo: Signus, 2000.

TIBAU, A.O. *Matéria orgânica e fertilidade do solo*. 3ª ed. São Paulo: Nobel, 1986.

Abstract: *The Importance of Composting for the Environmental Education in Schools* – In order to make students and the community aware of the need to preserve the environment, the composting process was implanted to minimize the garbage generated in the restaurant of the Colégio Adventista de São José do Rio Preto. The students, teachers and other employees participated in this project. The generated compost was characterized and used as fertilizer in the planting of seeds and in the garden of the school. During the development of the project, concepts of mathematics, sciences, biology and chemistry were worked with the students. The teachers concluded that it is possible to use interdisciplinarity to improve learning.

Keywords: composting, environmental education, interdisciplinarity

tabelas periódicas da SBO

Todas as informações de que você precisa em uma única tabela

Formatos A4, para uso pessoal (29,7 cm x 21,0 cm, impressão no verso), e de parede (65 cm x 96 cm). Coloridas e laminadas!

Tamanho A4

Avulsa* R\$ 2,40

Pacotes de 50 R\$ 110,00

Pacotes de 100 R\$ 190,00

Pacotes de 200 R\$ 340,00

Pacotes de 500 R\$ 720,00

Pacotes de 1000 R\$ 1200,00

*Para envio pelo correio, mínimo de 5.

Tamanho de parede

Avulsa* R\$ 18,00

Pacotes de 5 R\$ 81,0

Pacotes de 10 R\$ 150,00

Pacotes de 20 R\$ 270,00

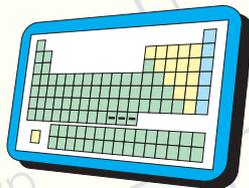
*Na sede da SBO, R\$ 15,00.

Mouse pad com a tabela periódica!

Preço por unidade*, pelo correio: R\$ 5,00.

Especial: na compra de dez camisetas, ganhe um mouse pad

*grande quantidade, consulte preço



pasta da SBO

Uma utilíssima pasta com alça em lona emborrachada cinza

R\$ 10,00 - só na sede da SBO.

Adquira os produtos da SBO

Na sede da SBO: Av Prof. Lineu Prestes, 748, Instituto de Química da USP (bloco 3 - superior), Cidade Universitária - São Paulo (SP)

Pelo Correio: Sociedade Brasileira de Química, C.P. 26037, 05599-970 São Paulo - SP

Informações: Fone (11) 3032-2299, Fax: (11) 3814-3602, E-mail: sbqsp@iq.usp.br

De acordo com as últimas recomendações da IUPAC

Classificação Periódica dos Elementos

SECRETARIA DE EDUCAÇÃO - SP
SBO - Sociedade Brasileira de Química
Cidade Universitária - São Paulo (SP)

Edições especiais para colégios, cursinhos, etc. Consulte-nos!

Preços sujeitos a alteração sem aviso prévio.