

Do desperdício ao adubo: investigando a ação dos microrganismos.

Autores: Camilo Hinojoja Milanes
Marco Antonio Alves Russo
Lucas Felipe Almeida Athayde.
Orientador: Anderson Altair Pinheiro de Macedo.
lucasathaydebm@hotmail.com

Resumo

A proposta desse trabalho é a realização de práticas educativas que envolvam toda a comunidade do Centro Pedagógico da EBAP/UFMG no que se relaciona ao manejo e gestão do rejeito orgânico gerado na escola, redestinando esses resíduos na produção de adubo por compostagem aeróbia, ou seja, aquela que envolve a decomposição da matéria por microrganismos aeróbios e vermicompostagem, utilizando minhocas californianas.

Palavras-chaves: compostagem, ciência, gestão, resíduo orgânico, bactérias, fungos, microbiologia.

Introdução

Em todos os ecossistemas do nosso planeta há a presença de microrganismos. Nos mais diversos ambientes como no ar, no mar, na superfície do solo e no subsolo e até mesmo dentro de nós, é possível encontrarmos esses seres microscópicos. Por exemplo, podemos encontrar bactérias que vivem desde as regiões polares com temperaturas extremamente baixas, até aquelas que vivem em fontes termais e regiões vulcânicas, ou ainda aqueles que vivem em ambientes extremamente ácidos ou com poucos nutrientes. Em grande parte dos casos, tais micro-organismos integram ecossistemas e são cruciais na manutenção do equilíbrio biológico, sendo de suma importância na sua preservação. Embora seja real a grande biodiversidade e importância desses seres microscópicos na natureza, muitas vezes os associamos apenas à doenças ou prejuízos, porém acabamos por esquecer sua relevância para o meio ambiente.

Nessa perspectiva, em que pautamos nossa concepção sobre os microrganismos numa generalização equivocada, criamos uma relação de aversão com esses seres. No intuito de desconstruir essa ideia, o presente trabalho realiza um projeto que visa promover uma nova concepção dos microrganismos, através do manejo do lixo orgânico gerado na escola, sobretudo os resíduos sólidos, que inclui restos de alimentos e podas do jardim, empregando-os num processo de produção de adubo natural, através do método da compostagem. Segundo Kiehl (2004), a compostagem consiste na decomposição de matéria orgânica por uma comunidade

diversificada de microrganismos, sendo a maioria deles aeróbios, na qual ocorre um processo bioquímico de oxidação e oxigenação da massa orgânica, tendo como resultado um material rico em nutrientes chamado de composto.

Portanto, esse trabalho, se baseia em uma ação educativa que visa tentar reconstruir a relação dos estudantes com os microrganismos, remanejar parte dos resíduos orgânicos para composteiras e vermicomposteiras, a sensibilização da comunidade escolar quanto à quantidade de material orgânico sólido gerado, que em sua maioria se constitui de sobras de alimento, e a consolidação de um pensamento pautado na reutilização e sustentabilidade do lixo orgânico produzido.

Objetivo

O projeto visa o tratamento de uma parcela do resíduo orgânico e consequente redirecionamento para a produção de adubo fértil (composto) por compostagem como uma prática socioambiental constante, através da elaboração de uma cartilha educativa que ilustre as diferentes etapas na construção de composteiras aeróbicas e vermicomposteiras, em uma ação pedagógica conjunta com os alunos.

Materiais e métodos

Em um estudo descritivo realizado pelo Setor de Nutrição do Centro Pedagógico da UFMG (CP/EBAP/UFMG) do dia 02 ao dia 06 de abril de 2018, foram pesadas todas as preparações que chegavam ao colégio e quantificadas: as sobras limpas, ou seja, as preparações não utilizadas no cardápio e que não entraram em contato com os comensais, as sobras sujas, ou seja, o restante de preparações disponibilizadas no balcão e que estiveram em contato com os comensais, porém não foram ao prato, e o resto da ingestão, isto é, a quantidade de comida que foi ao prato e consequentemente foi desperdiçada, que excluía resíduos já destinados ao lixo como ossos de frango. O total de preparações que foi pesado e quantificado em 757 Kg, desse total 618 Kg foi destinado aos balcões e a quantidade de comida que foi para o prato foi 575 Kg. Com relação ao valor das sobras, o valor da sobra suja foi pesado e quantificado em 43 Kg, e o resto da ingestão foi quantificado em 51 Kg. Esses dois últimos valores informam a quantidade de comida destinada ao lixo nesse período: 94 Kg de resíduos orgânicos. Tais dados em valores aproximados mostram uma grande diferença entre as quantidades de preparações totalizadas no período e a o que de fato foi ingerido, mostrando o montante de sobras geradas e destinadas ao lixo no colégio que podem ser remanejadas para composteiras. No primeiro semestre de 2018, resíduos orgânicos tais como cascas de frutas e restos de alimentos do refeitório foram coletados e destinados à montagem das compostagens.

A elaboração da cartilha consiste em um texto contendo personagens inspirados em agentes biológicos biodegradantes que são cruciais na formação do adubo/composto no procedimento realizado na escola.

A compostagem aeróbica:

A compostagem aeróbica envolve a oxidação e oxigenação da matéria orgânica por uma comunidade diversificada de microrganismos aeróbicos, ou seja, que necessitam de oxigênio em todos os processos bioquímicos de degradação dos resíduos. A compostagem aeróbica, moléculas orgânicas complexas são metabolizadas em compostos mais simples, pela ação de bactérias e fungos microscópicos. Para a implementação de iniciativas de compostagem aeróbica, algumas etapas devem ser levadas em consideração para que se tenha uma produção efetiva do composto por ação dos microrganismos.

1. **Local:** Foi utilizado um tanque circular de concreto situada no Jardim de Ciências do Centro Pedagógico da UFMG. A parede encontra-se descoberta e exposta ao ar uma vez que é de suma importância a reposição de oxigênio ao substrato para que os microrganismos aeróbicos atuem.
2. **Adição de resíduos:** Os resíduos orgânicos gerados no colégio foram recolhidos em coletores específicos e adicionados em igual proporção à camada de substrato, ou seja, numa proporção de 1:1. É importante a presença de resíduos secos e frescos para que se tenha uma proporção adequada de Carbono/Nitrogênio, elementos químicos importantes para que os nutrientes sejam sintetizados pelas populações microbianas presentes. Restos de frutas cítricas não foram utilizadas para se evitar alterações bruscas de pH.

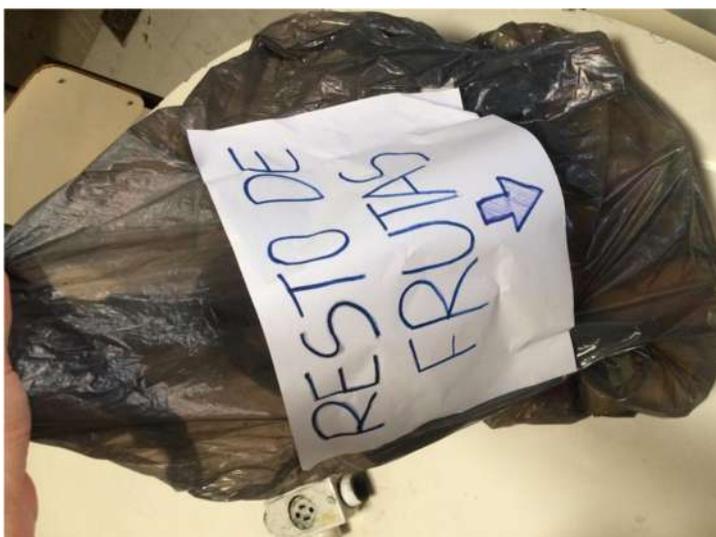


Figura 01 – Coletores utilizados para recolhimento do resíduo.
Fonte: Acervo pessoal. 2018.

3. **Aferição da umidade:** A umidade deve ser constantemente aferida, pois o excesso ou a falta dela pode prejudicar a ação da microbiota. Para aferimento da umidade foi realizada um teste simples, comprimindo com as mãos uma porção do substrato e avaliando a quantidade de líquido que se esvaiu, isto é, caso não houvesse líquido esvaído na compressão foi considerada a umidade, nesse caso, insuficiente; gotejamento, utilizado como referência para a umidade considerada a ideal, e líquido abundante esvaído considerado como referência para umidade em excesso. O ajuste da umidade para baixo foi feito adicionando-se resíduos secos ou revirando o substrato em dias quentes, o ajuste para cima foi feito adicionando-se quantidades moderadas de água.
4. **Teste de temperatura e recolhimento de amostra:** A temperatura foi aferida com um termômetro com haste de metal periodicamente para se avaliar as diferentes temperaturas. O recolhimento de amostras teve como finalidade a inoculação em meios de cultura para futura identificação de uma espécie de microrganismo atuante.



Figura 02 – Aferimento da temperatura da compostagem aeróbica.
Fonte: Acervo pessoal. 2018.

5. **Aeração:** consiste no reviramento da pilha para reposição de oxigênio para se evitar anaerobiose e geração de odores.



Figura 03 – Montagem da compostagem aeróbica.
Fonte: Acervo pessoal. 2018.

A vermicompostagem

É um método de compostagem utilizando minhocas californianas em conjunto com os microrganismos para a produção do composto. É uma alternativa para famílias residentes de grandes centros urbanos que desejam implementar iniciativas de compostagem, uma vez que o processo é realizado em recipientes de plásticos relativamente menos robustos que leiras e paredes de compostagem aeróbia. Para se garantir que a vermicompostagem ocorra, é necessário se avaliar diferentes fatores para que o ambiente tenha uma aclimação adequada para as minhocas. As etapas são:

1. **O local:** A vermicompostagem pode ser realizada em recipientes plásticos reutilizáveis ou utilizando-se modelos comerciais conhecidos como minhocários. O modelo utilizado no projeto foi um modelo de plástico comercial de 15 L, com três compartimentos. O recipiente foi mantido em um local arejado e longe do sol, uma vez que a temperatura deve ser mantida numa faixa ideal para as californianas, numa faixa de 15-25°C. O recipiente é constituído de três compartimentos: o primeiro recipiente contendo substrato e resíduo orgânicos, o segundo contendo as californianas e substrato e o terceiro compartimento vazio para escoamento do líquido resultando da ação das minhocas, o biofertilizante líquido.
2. **Acerca da espécie:** A espécie de minhoca utilizada é a *Eisenia foetida*, popularmente conhecida como minhoca californiana/vermelha da Califórnia. As californianas foram empregadas no método, pois são potentes biodegradantes e se adaptam a diversos substratos orgânicos, além de possuírem alta capacidade prolífera. A implementação de demais espécies de agentes biológicos, sobretudo minhocas, deve ser precedida por estudos

ecofisiológicos dos mesmos. A população de minhocas no minhocário também deve ser observada, uma vez que uma alta densidade populacional ocasionada por eventos reprodutivos pode resultar em competição intraespecífica por recurso. As minhocas, nesse caso, podem ser transpostas ou doadas.



Figura 04– Minhocas vermelhas da Califórnia (*Eisenia foetida*).
Fonte: Acervo pessoal. 2018.

3. **Adição de resíduos:** O compartimento medial do recipiente serve como um reservatório de minhocas e deve conter resíduos secos como galhos e restos de folhas secas. O compartimento superior serve para a adição de resíduos frescos em conjunto com material estruturante, como folha seca e poda de jardim. Novamente restos de frutas cítricas não foram utilizadas para se evitar alterações bruscas de pH.



Figura 05 – Adição de resíduos frescos e secos em um dos recipientes do minhocário.
Fonte: Acervo pessoal. 2018.

4. **Acerca da umidade:** Como resultado da vermicompostagem tem-se o escoamento do lixiviado, um líquido biofertilizante resultado da decomposição conhecido como chorume. Os nutrientes advindos da biodegradação formam o esse material fluido que se acumula no compartimento inferior da vermicomposteira. A retirada do líquido deve acontecer periodicamente.

5. **Aeração:** As minhocas migram espontaneamente pelos orifícios da base dos compartimentos e realizam o trabalho de reviramento do substrato e reposição do oxigênio para atuação dos microrganismos aeróbios.

6. **Aferição da temperatura:** Foi efetuada a aferição das temperaturas utilizando um termômetro digital com haste de metal. A temperatura foi avaliada para se garantir a atividade das californianas.

A montagem da cartilha consistiu na discussão prévia de tópicos importantes a serem analisados na montagem e manutenção das composteiras. A cartilha que ilustra as etapas de implementação da vermicompostagem teve como personagem principal a minhoca californiana, já a cartilha que ilustra as etapas de implementação da compostagem aeróbica teve como personagem principal uma espécie de fungo que foi cultivada em meio de cultura próprio chamado Ágar-Sabouraud. Uma amostra de substrato da compostagem aeróbica foi recolhida, dissolvida em solução salina esterelizada e inoculada no meio de cultura Ágar-Sabourad. O meio Ágar-Sabouraud favorece o crescimento de fungos uma vez que possui alto teor de glicose em sua composição e um pH ácido (6,5). O experimento foi realizado no Laboratório de Ciências do Centro Pedagógico. Para identificação da espécie do fungo foi utilizada a técnica do Micro-cultivo em Lâmina. A técnica consiste na inoculação de amostras da colônia em um pequeno pedaço de meio Ágar-Sabouraud de formato quadrangular sobreposto numa lâmina de vidro e coberto com uma lâminula. Após o crescimento, a lâminula é destacada, corada com uma substância denominada Lactofenol e observada em microscópio. O objetivo do Micro-cultivo é crescer o micro-organismo diretamente no suporte que será visualizado em microscópio para que se evitem danos na estrutura reprodutiva, que é utilizada para se realizar a identificação taxonômica de fungos filamentosos.



Figura 06 – Inoculação em meio de cultura no Laboratório de Ciências.
Fonte: Acervo pessoal. 2018.



Figura 07 – Micro-cultivo em lâmina.
Fonte: Acervo pessoal. 2018.

Discussão

Um fator essencial para a oxidação da matéria orgânica é a presença de oxigênio no substrato, uma vez que esse processo envolve a atividade microbiana aeróbica, ou seja, microrganismos que utilizam o oxigênio em seu metabolismo celular. Sendo assim é importante que haja aeração do substrato em processo de compostagem para que não se garanta apenas a biodegradação dos resíduos, mas também o impedimento da colonização de organismos anaeróbios, ou seja, aqueles que dispensam o uso do oxigênio, e como resultado de metabolismos tem-se a liberação de compostos fétidos.

A umidade é um elemento indispensável no processo de decomposição, uma vez que sua necessidade se relaciona com o metabolismo e fisiologia dos microrganismos decompositores. Um índice de umidade muito baixo no substrato pode ocasionar inibição da atividade microbiana prejudicando a degradação do resíduo orgânico, enquanto níveis muito altos podem causar prejudicar a aeração levando a anaerobiose e a lixiviação, ou seja, escoamento dos nutrientes uma vez que esses apresentam alta afinidade química pela água (são hidrofílicos).

O pH é uma escala que mede o índice de acidez e/ou basicidade de determinado componente. Há um pH considerado adequado para que a comunidade de micro-organismos realize a biodegradação da matéria orgânica, sendo seu valor entre 5 e 8.

A temperatura é um elemento também essencial do processo de compostagem. Esse fator se relaciona com a atividade microbiana, uma vez que temperaturas altas podem inibir a atividade metabólica dos micro-organismos e das californianas. Temperaturas diferentes refletem em comunidades de microrganismos diferentes realizando a biodegradação do resíduo, assim como no resultado, pois a maturação do composto gerado pode ser medida através de sua temperatura.

Os resíduos frescos empregados na compostagem devem ser avaliados antes de serem utilizados, uma vez que restos de carnes, queijos e demais alimentos contendo gordura podem ser atrativos para vetores, assim como podem entrar em processo de anaerobiose. Cascas de frutas, de ovos e podas de jardim recentes são mais bem indicadas. Os resíduos secos além de se constituírem uma fonte de carbono para os microrganismos, podem ser utilizados como material estruturante para a correção da umidade do substrato, assim como podem ser empregados na construção de uma camada de proteção duradoura dos resíduos verdes, uma vez que atuam impedindo a ocupação das composteiras por vetores e são de degradação lenta.

Resultados

O Centro Pedagógico é o colégio de aplicação da Universidade Federal de Minas Gerais, cuja principal meta é a formação de professores e com isso, possibilita ao corpo docente a experimentação pedagógica. Nessa perspectiva, existe o Grupo de Trabalho Diferenciado (GTD), comum à grade curricular de todos os ciclos do ensino básico da instituição e ministrada em sua maioria por alunos de graduação de cursos de licenciatura. Desse modo, foram ofertados por um bolsista do Programa de Imersão à Docência e aluno do curso de graduação em Ciências Biológicas, duas turmas de um GTD chamado “Compostagem com arte: aprendendo a gerenciar seu resíduo orgânico”. Durante as aulas os alunos aprenderam sobre como montar e cuidar de sua própria composteira e protagonizaram a revisão e

ilustração das cartilhas educativas, e também foram incumbidos de dar continuidade a manutenção das composteiras montadas no primeiro semestre.

Após a inoculação da amostra da compostagem aeróbica no meio de cultura foi observado o crescimento de múltiplas colônias de micro-organismos ali atuantes. As colônias de fungos multicelulares podem ser observadas na superfície da placa e cresceram após um período de uma semana à temperatura ambiente. Tais colônias apresentam um aspecto filamentososo, similar ao algodão.



Figura 08 – Crescimento de colônias de micro-organismos da amostra da compostagem aeróbica.
Fonte: Acervo pessoal. 2018.

Amostras de uma colônia foram utilizadas para a se realizar a identificação pela técnica do Micro-cultivo em lâmina. O experimento foi realizado nas instalações do Instituto de Ciências Biológicas da UFMG (ICB/UFMG), mas até o presente momento ainda não houve a identificação da espécie de fungo atuante. Assim sendo, ocorrendo à identificação da espécie esta será utilizada como base para a criação de um personagem que irá compor a cartilha ilustrativa referente à compostagem aeróbica.



Figura 09 – Recolhimento da amostra de fungo empregada no Micro-cultivo.
Fonte: Acervo pessoal. 2018.

A ilustração e revisão da cartilha referente à vermicompostagem já se iniciou. Os alunos foram apresentados ao minhocário e tomaram conhecimento de cada etapa do processo. Posteriormente foram divididos em grupos de trabalho e cada grupo se responsabilizou pela revisão de texto e ilustração de duas páginas, do total de 12, da cartilha.



Figura 10 – Revisão e ilustração da cartilha referente a vermicompostagem durante as aulas do GTD “Compostagem com Arte: aprendendo a gerenciar seu resíduo orgânico.”
Fonte: Acervo pessoal. 2018.

Realizada a ilustração de ambas as cartilhas, essas serão utilizadas como ferramenta de alcance para que a comunidade escolar tome conhecimento acerca do processo de compostagem assim como das possibilidades de remanejamento do resíduo orgânico gerado. Com isso, espera-se como resultado uma ampliação do senso crítico dos alunos envolvidos no que se relaciona ao ensino de ciências, e conscientização da comunidade escolar, através da cartilha construída por eles como uma ferramenta de educação quanto ao desperdício de alimentos ocorrente no âmbito do colégio.

Conclusão

Como consequência de todas as discussões e atividades propostas conclui-se que foi possível o fomento do senso crítico dos alunos no que se relaciona a sensibilização quanto ao desperdício, e ampliação do seu repertório de possíveis soluções para esse problema. Com ambas as cartilhas prontas, espera-se que possamos contribuir para que esse efeito não se restrinja apenas aos agentes envolvidos em sua construção, mas também toda a escola, para que haja uma tomada de consciência por toda a comunidade quanto ao montante de resíduo orgânico gerado, bem como a construção de uma relação menos generalista com os micro-organismos.

Referências Bibliográficas

TORTORA, Gerard J.; FUNKE, Berdell R.; CASE, Christine L. **Microbiologia**. 12. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.

MADIGAN, Michael T. et al. **Microbiologia de Brock**. 14. ed. Porto Alegre: ArtMed, 2016.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS. Apostila de aulas práticas. Graduação em Ciências Biológicas. Instituto de Ciências Biológicas. Departamento de Microbiologia

RICCI, Marcio. Manual para gestão de resíduos orgânicos nas escolas (A Handbook for schools on organic waste management). 1.ed. São Paulo, SP. Projeto Escola Mais Orgânica. CCAC/ISWA. Supervisão: Abrelpe. Consultoria e Execução: Morada da Floresta.

Valente, B.S., E.G. Xavier, T.B.G.A. Morselli, D.S. Jahnke, B. de S. Brum Jr., B.R. Cabrera, P. de O. Moraes e D.C.N. Lopes. Fatores que afetam o desenvolvimento da compostagem de resíduos orgânicos. Departamento de Zootecnia. Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel. Universidade Federal de Pelotas. Pelotas. RS. Brasil/ Departamento de Solos. Universidade Federal de Pelotas. Pelotas. RS. Brasil. Núcleo de Estudos em Meio Ambiente (NEMA PEL)/ Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel/ Universidade Federal de Pelotas. Pelotas. RS. Brasil.

OLIVEIRA, E.M; XAVIER C.F; CAVALCANTI C.C; Earthworm reproduction (*Eisenia foetida*) in different substrate. Revista Caatinga, vol. 21, núm. 5, 2008 (Universidade Federal Rural do Semi-Árido Mossoró, Brasil).

NUNES, R.R; REZENDE, M.O.O; Recurso Solo: propriedade e usos. 1-ed. São Carlos/São Paulo. Editora Cubo, 2015.

KIEHL, E.J; Manual de compostagem: maturação e qualidade do composto. 4ª ed. E. J. Kiehl. Piracicaba SP. 2004.

PENA, G.O; Projeto Estágio Supervisionado Final (UAN). Centro Pedagógico (EBAP/UFGM). Escola de Enfermagem-Departamento de Nutrição/UFGM. Belo Horizonte, Minas Gerais. 2018.