
Compostagem como prática interdisciplinar da Educação Ambiental e Agroecologia

Beatriz de Moura Francischetto, Carolyne Inocência Santana, Pamela Pedrotti Spala Oliveira, José Carlos Venâncio da Páschoa, Pedro Pierro Mendonça, Alex Justino Zacarias, Luana Soares Egidio, Maurício Novaes Souza

<https://doi.org/10.4322/mp.978-65-84548-12-1.c4>

Resumo

A Educação Ambiental (EA) sob a visão interdisciplinar no cenário educativo, bem como a sua contribuição para a sensibilização do ser humano como integrante do sistema ecológico, promove qualidade no desenvolvimento das práticas e metodologias aplicadas, oferecendo um ensino de qualidade em benefício ao meio ambiente. No desenvolvimento do presente projeto foram abordados temas e eventos marcantes para EA como a “Agenda 21”, um instrumento construído na Rio-92; e o Acordo de Paris, tratado internacional sobre mudanças climáticas e efeitos dos gases estufas elaborado no ano de 2015: esses temas são fundamentais para a formação de uma EA na construção formal do indivíduo como parte do meio ambiente, desenvolvendo o sentimento de pertencimento; assim, o acionamento de ações cotidianas que podem ser desenvolvidas no nosso dia a dia. O presente projeto foi desenvolvido no terceiro ano do ensino médio da “Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio Pedro Simão”, no município de Alegre, ES. O seu objetivo foi sensibilizar os alunos por intermédio de práticas sustentáveis e agroecológicas quanto às questões ambientais e a relação do ser humano com o meio ambiente. A prática escolhida foi a da compostagem, muito indicada para produtores agroecológicos do modelo de produção familiar, sendo aplicadas técnicas e conceitos, mostrando desde os seus princípios teóricos e conceituais, montagem, composição, funcionamento, reaproveitamento dos resíduos e o produto final gerado: o adubo orgânico. Construiu-se, dessa forma, a vivência desses alunos com as práticas socioambientais, fortalecendo suas relações com o meio ambiente e a sustentabilidade.

Palavras-chave: Interdisciplinaridade. Educação Ambiental. Agricultura Familiar. Agroecologia. Compostagem. Sustentabilidade.

1. Introdução

As discussões relacionadas à conservação e, ou, preservação do meio ambiente tem sido intensificada nos anos recentes. O principal motivo considera a degradação provocada pelos seres humanos do ambiente em que se vivem devido ao consumo desenfreado e o modelo de desenvolvimento econômico praticado. Assim, surge a necessidade a abordagem da educação ambiental (EA) com crianças e jovens em ambientes formais e não formais de ensino.

O fato da EA não ser uma disciplina curricular e o de não haver a obrigatoriedade de sua inserção na prática pedagógica cotidiana, acaba por distanciar os alunos dessa problemática, como está proposto nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) e nas Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Básica (DCNEM) (BRASIL, 1999).

A partir desse contexto, é estabelecida a justificativa deste estudo acerca de investigar se o que está previsto nos PCNs e DCNEM sobre a EA está sendo inserido no currículo escolar, no que se refere aos saberes que o aluno precisa ter ao final da educação básica sobre o tema meio ambiente, sob a tutela da EA (LIMA; ALVES, 2022).

De acordo com esses mesmos autores, a concepção teórica que orienta o estudo é que a EA e a sua aplicação interdisciplinar devem proporcionar ao ser humano o entendimento do meio ambiente em que se vive, bem como a conservação do mesmo e o uso dos recursos da natureza com o objetivo de formar cidadãos capazes de utilizá-los e conservá-los de forma sustentável.

Atualmente, vive-se em um mundo onde os indivíduos estão habituados a entender o meio ambiente como exterior às suas necessidades. O individualismo presente na atual sociedade é o reflexo da busca histórica por riquezas, resultado da visão antropocêntrica de mundo onde o ser humano se coloca em uma posição de superioridade à natureza. A busca constante por mais poder tem enfraquecido os laços de convivências e os valores sociais. Como resultado deste processo, tem-se a pouca preocupação com a conservação dos espaços e dos bens de livre acesso (FONSECA et al., 2022; LIMA; ALVES, 2022).

O fato é que desde os anos das décadas de 1960 e 1970, com a chegada da Revolução Verde no Brasil, os ecossistemas sofreram constantes mudanças no cenário ambiental: as ações antrópicas vêm usando práticas inadequadas em

suas atividades produtivas. Por outro lado, emerge a produção agroecológica, como um processo agropecuário que procura proporcionar formas de cultivo e desenvolvimento de maneira sustentável (OCTAVIANO, 2010; SOUZA, 2022).

A produção agropecuária sustentável desempenha pontos positivos, como a conservação do meio ambiente por intermédio do uso de práticas conservacionistas de solo e água, viabilidade econômica da produção, incentiva o cultivo nas comunidades locais utilizando práticas conservacionistas benéficas ao meio ambiente, proporcionando o fortalecimento do sistema agroecológico.

O processo agroecológico visa elaborar formas e caminhos sustentáveis para a agropecuária, além de conservar e, ou, preservar o meio ambiente para as gerações futuras. Entre as diversas técnicas e práticas recomendadas por esse sistema, pode-se citar a compostagem como uma ferramenta fundamental que determina formas hábeis de diminuir os processos e impactos ambientais causados por resíduos descartados de forma inadequada, diminuindo o descarte de resíduos sólidos em aterros controlados ou sanitários, ou mesmo diretamente na natureza (PEDROSA et al., 2013; SOUZA, 2022).

A compostagem é um dos procedimentos mais antigos no mundo agropecuário, sendo uma ferramenta sustentável com o uso da matéria orgânica. É um processo de mudança dos resíduos orgânicos que serão decompostos com a atuação de agentes químicos e físicos, eliminando microrganismos patogênicos e se tornando matéria orgânica estável (NOGUERA, 2011). De acordo com Buss e Moreto (2019), é uma prática agroecológica que colabora no processo sustentável de produção sem degradar os agroecossistemas.

A quantidade de resíduos gerado no mundo, seja de origem doméstica, industrial ou agroindustrial, acarreta em problemas ambientais, econômicos e sociais. Os chamados resíduos sólidos de origem urbana (RSU) desencadeiam uma série de fatores implícitos que podem prejudicar a saúde da população e afetar a resiliência do meio ambiente (MACEDO; RAMOS, 2015).

✓ O projeto

O presente projeto foi desenvolvido na turma do terceiro ano do ensino médio da Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio Pedro Simão no município de Alegre, ES. Foi utilizada a aplicação metodológica expositiva, demonstrativa, com a temática educação ambiental, agroecologia, tratados de

sustentabilidade mundial e a aplicabilidade de técnicas de construção de uma composteira; sua forma de utilização, insumos gerados nos processos finais e seus resultados.

Exemplificaram-se os benefícios e a importância do reaproveitamento dos resíduos de alimentos decompostos para a sociedade e o meio ambiente. Reafirmou-se, assim, a importância da interdisciplinaridade para aquisição de conhecimento nos temas de EA e agroecologia, proporcionando aos professores e alunos atividades no ambiente escolar em auxílio à sensibilização sobre a questão de resíduos produzidos no ambiente escolar e em suas casas, para a construção de uma consciência ambiental voltada às práticas que irão contribuir para o desenvolvimento de um ambiente mais equilibrado.

2. Revolução Industrial

A substituição da força de trabalho predominante no campo para as cidades, em decorrência da demanda por mão de obra requerida pela Revolução Industrial, foi um dos marcos social que mais caracterizou os Séculos XVIII e XIX (Figura 1).



Figura 1. Migração: do meio rural ao urbano. Fonte: Monteiro e Londres, 2017.

Teve como base a total ausência de regulamentação laboral e a busca desenfreada pela geração de riqueza para os donos das indústrias; a pobreza e a fome se acirraram numa época onde a maioria da população já sobrevivia em

condições de miséria, vivendo em ambientes insalubres, o que tornava baixa a expectativa de vida (BARICELO, 2015).

É importante destacar que as práticas agropecuárias eram repassadas como uma tradição entre os camponeses, técnicas quase milenares, com raras mudanças na forma de cultivo. A dependência da natureza quanto às condições de clima, solo e fertilidade eram as principais condicionantes produtivas. Baricelo e Vian (2019) afirmam que os implementos agrícolas usados até a primeira “Revolução Industrial” pouco se diferenciavam daqueles concebidos há 2000 anos.

Com o incentivo à indústria algodoeira no Século XVIII na Inglaterra, houve o início de inversão sobre o número de pessoas presentes na zona rural, que passaram gradativamente a serem maiores na zona urbana devido ao crescente êxodo rural. Com o aumento do número de indivíduos nas cidades, tornou-se preciso aumentar a produção de alimentos, em um período onde a “previsão de Malthus”⁵ ainda era muito recente e o risco da falta de alimentos assustava as cidades. Deste modo, a busca por métodos e técnicas que aumentassem a produção de alimentos passou a ser um desafio para os agricultores da época (CARVALHO, 2018; SOUZA, 2022).

Logo após os anos que sucederam a Revolução Francesa, alguns avanços foram obtidos no nível tecnológico, tipificando a Primeira Revolução Industrial (1760-1840), que teve como matérias-primas principais o ferro e o carvão. Dentre estes avanços, destaca-se no final do século XVIII a invenção de uma semeadeira para grãos. Inventada por Thomas Coke, este equipamento era capaz de reduzir o gasto com sementes em 54,5 l ha⁻¹ e, em razão da menor densidade de plantas, aumentar a produtividade em 1000 l ha⁻¹ (BARICELO, 2015).

Até os anos da década de 1870, a Europa se destacou como um grande produtor de alimentos, sendo a Inglaterra o país de maior relevância. No entanto, devido a Guerra Civil Americana, os Estados Unidos passaram a necessitar urgentemente de aumentar a produtividade no campo devido à falta de homens para as atividades agrícolas. Paralelamente a esse fato, a necessidade de enviar

⁵ A teoria malthusiana defendia que, mediante ao crescimento acelerado da população mundial, haveria um problema de escassez de alimentos, visto que a perspectiva do crescimento da oferta de alimentos era inferior ao que se previa para população (CARVALHO, 2018).

alimentos para as tropas sem reduzir a oferta para a população em geral. Deste modo, os presidentes americanos passaram a incentivar engenheiros a desenvolverem implementos capazes de compensar a falta de mão de obra nos cultivos (BARICELO; VIAN 2019).

O primeiro implemento agrícola de grande impacto sobre a produção foi o arado de ferro, em substituição ao arado de madeira. Desenvolvido pelo engenheiro “John Deere”, este arado se adaptou melhor as condições de solos americanos, o que reduziu o tempo de seu preparo, aumentando a eficiência do processo. Anos mais tarde, John Deere iria desenvolver o trator com rodas. Em 1896 o uso de máquinas no campo já aumentava a eficiência da atividade agrícola americana em 47,70% (ALVES, 2013).

Além disto, de acordo com esse mesmo autor, o uso de máquinas e implementos aumentou a capacidade do agricultor americano em cultivar suas terras, passando de 2,8 ha em meados de 1850 para 54,6 ha em 1890. Nessa época, o eixo produtivo que se fixou na Europa por séculos, passou a se estabelecer na América do Norte, especificamente nos Estados Unidos.

A importância das máquinas agrícolas para a agricultura americana também pode ser observada quando comparados os números de indústrias dedicadas à produção e a venda de implementos agrícolas: de 31 em 1870 para 127 em 1900. Vê-se, deste modo, que foi crescente o aumento da produtividade agrícola nos Estados Unidos, o que ocasionou uma grande oferta de produtos alimentícios e com baixos preços devido à grande oferta (FRELLER; NICOLETE, 2020).

Embora a oferta de alimentos não fosse mais um problema devido ao grande avanço no uso de máquinas no campo, o incentivo à eficiência e os lucros derivados das vendas dos implementos, lançaram as empresas numa disputa acirrada pelo mercado destes equipamentos, ocasionando uma evolução constante destas maquinarias, sendo este período denominado de Guerra das Colheitadeiras (“Harvesters War”) - influenciou fortemente a Segunda Revolução Industrial (1850 a 1945) (BARICELO; VIAN, 2019).

Após uma readequação de mercado de máquinas após a Guerra das Colheitadeiras, uma nova onda de estímulos neste setor favorecia o surgimento de máquinas e equipamentos mais modernos. Com a melhoria técnica considerável, tendo como melhor exemplo a linha de montagem do trator da Ford

modelo *Fordson* em 1917, foi possível a redução de custos e, assim, facilitar o acesso dos agricultores e este equipamento - fato capaz de difundir e consolidar a operação de aração e gradagem nos EUA e no Canadá (ALVES, 2013).

Um dos últimos avanços obtidos durante a Segunda Revolução Industrial foi a modificação da rodagem dos tratores. Até o final dos anos da década de 1930, as máquinas agrícolas se moviam sobre rodas de ferro, o que causava grande compactação do solo e instabilidade do equipamento. Porém, em 1938 chegou ao mercado americano o trator com rodagem pneumática e, em alguns anos, as cabines para a proteção do operador e os novos sistemas de acoplagem de implementos agrícolas (BARICELO, 2015).

É importante destacar que, após o fim da Segunda Guerra Mundial, surgiu na Europa a necessidade de uso de tratores com maior potência, já que todo o continente estava em reconstrução: grande parte dos campos foi destruída durante as batalhas.

Embora em termos produtivos a Revolução Industrial tenha promovido no campo o surgimento e aperfeiçoamento de máquinas agrícolas, o que aumentou a capacidade produtiva dos agricultores permitindo que mais áreas de cultivo fossem exploradas, não houve nesse período um aprimoramento tecnológico no que se refere ao desenvolvimento de insumos agrícolas, tais como adubos e sementes melhoradas. Tal fato ocorreu apenas na Revolução Verde. Outro ponto que também merece destaque é o fato de que, até então, os impactos das ações do homem sobre a natureza eram pouco considerados.

3. Poluição e degradação ambiental

A poluição e degradação ambiental estão correlacionadas por apresentarem deterioração ou alteração do ambiente: pode ocorrer o esgotamento dos recursos naturais e afetar os ecossistemas. O ser humano é um dos principais responsáveis pelos processos, impactos e externalidades gerados pela poluição e degradação ambiental, podendo ocasionar mudanças naturais em seus aspectos biológicos, físicos e químicos, afetando todo o ecossistema (ALVES; LIMA; FARIAS, 2012; SOUZA, 2021; 2022).

Nas últimas décadas, países de todo o mundo buscam alternativas relacionadas à biodiversidade, às mudanças climáticas e ao desenvolvimento sustentável. No ano de 1992, cerca de 179 países se reuniram no Rio de Janeiro

para tratarem e apresentarem a Agenda 21⁶, resultado de conferências discutidas como a Eco-92 ou a chamada Rio-92 (MATTE, 2011).

O plano de ação determinado pela Agenda 21 e os países participantes procuram elaborar maneiras que retratam questões ambientais e econômicas. Destacaram-se temas de sustentabilidade e modelos de desenvolvimento unidos ao crescimento socioeconômico e ambiental: as questões econômicas foram uma das principais abordagens na Conferência da Agenda 21 (GOMES, 2013).

Posteriormente, nasceu o Acordo de Paris: tratado mundial com o objetivo de diminuir as emissões de gases do Efeito Estufa. Tem como objetivo fortalecer a resposta global à ameaça das mudanças climáticas. Foi aprovado pelos 195 países participantes que se comprometeram em reduzir tais emissões, o que poderá evitar que a temperatura média da Terra se eleve em níveis superiores a 2°C, tendo como referência os níveis pré-industriais (PEIXER, 2019).

O Protocolo de Kyoto foi substituído pelo Acordo de Paris em 2016, a fim de desempenhar o processo de mediar as condições das mudanças climáticas. Dessa forma, existem alternativas que podem proporcionar a redução dos fatores que contribuem para o aquecimento global. De acordo com Bruno e Fraga (2018):

É possível citar: a reduzir o desmatamento, investir no reflorestamento e na conservação de áreas naturais, incentivar o uso de energias renováveis não convencionais (solar, eólica, biomassa e pequenas centrais hidrelétricas), preferir utilizar biocombustíveis (etanol, biodiesel) a combustíveis fósseis (gasolina, óleo diesel), investir na redução do consumo de energia e na eficiência energética, reduzir, reaproveitar e reciclar materiais, investir em tecnologias de baixo carbono, melhorar o transporte público com baixa emissão de gases de efeito estufa, são algumas das possibilidades.

O Brasil apresenta fatores preocupantes com o seu desenvolvimento em relação aos fatores ambiental, social e econômico: no período de 2019 a 2022,

⁶ A Agenda 21 pode ser definida como um instrumento de planejamento para a construção de sociedades sustentáveis, em diferentes bases geográficas, que concilia métodos de proteção ambiental, justiça social e eficiência econômica (GOMES, 2013).

demonstrou falta de cumprimento das relações exigidas pelo Acordo de Paris em relação ao meio ambiente. Os resultados no cenário brasileiro analisam o aumento do desmatamento: dessa forma, a destruição da vegetação, alterando o ambiente e o clima, proporcionando o aumento da emissão de gases de efeito estufa (VIEIRA; BEM, 2021).

Medidas relativamente simples podem ser adotadas. No ano de 2007 foi criada uma parceria entre o Centro de Educação Tecnológica de Rio Pomba – CEFET/RIO POMBA, MG, e o Instituto Ambiental Costa Verde – IACV. Ficou demonstrada a responsabilidade socioambiental nas ações conjuntas realizadas com a educação e capacitação de jovens alunos às novas fontes alternativas de trabalho, renda e proteção ao meio ambiente. Serviu de exemplo para executar uma nova metodologia e elevar o Estado em Excelência de Ensino (Figura 2).



Figura 2. Semana da ELETRONUCLEAR, Angra dos Reis, RJ: cursos, palestras e dias de campo sobre recuperação de áreas degradadas. Fonte: Acervo Maurício Novaes (2007).

Para essa instância, foi realizado um intercâmbio cultural e tecnológico entre o IACV e o CEFET–RP/MG. Constou da visita de 40 alunos do Curso de Meio Ambiente para estágio de fim de curso em Angra dos Reis, RJ; além de professores/monitores do CIEP-495 Guignard, escola de segundo grau do município de Angra dos Reis, RJ, para capacitação e treinamento em Sistemas

Agroflorestais nas instalações do CEFET em Rio Pomba/MG. Foram recebidos, também, 40 alunos por professores e monitores do CEFET-RP (Figura 3).



Figura 3. Semana da ELETRONUCLEAR, Angra dos Reis, RJ: plantio de espécies arbóreas para a recuperação de áreas degradadas. Fonte: Acervo Maurício Novaes (2007).

4. Desenvolvimento Sustentável

O surgimento do desenvolvimento sustentável está atrelado com a globalização e evolução do mundo e suas ocorrências que desencadeiam mudanças em todo ambiente terrestre. Durante os anos das décadas de 1960 e 1970, passaram a existir diversas ideias e propostas relacionadas ao futuro: como as relações entre clima e sociedade diante o meio natural (CARVALHO, 2015).

O capitalismo apresenta como princípio a produção de lucro e acúmulo de bens, ilimitados. Esse modelo de produção e consumo traz inúmeros problemas para o ecossistema, contradizendo as demandas relativas à sustentabilidade, afetando as relações ecológicas (SCOTT, 2019).

O desenvolvimento sustentável é uma construção que une os pilares econômico, social e ambiental, para que esse conjunto atue promovendo a sustentabilidade. Com isso, as organizações mundiais necessitam fortalecer o

plano de desenvolvimento sustentável para que o crescimento do futuro seja direcionado a um andamento econômico e socioambiental (SACHS, 2009).

O desenvolvimento sustentável busca ajustar o avanço econômico à prevenção ambiental, de forma que preservem as gerações futuras e diminua a pobreza da população (SANTOS; SILVA, 2015) (Figura 4).



Figura 4. Semana da ELETRONUCLEAR, Angra dos Reis, RJ. Fonte: Acervo Maurício Novaes (2007).

A instabilidade ambiental necessita de manifestações governamentais para controlar e potencializar ações socioambientais. O progresso que o desenvolvimento sustentável busca e tem como objetivo em conjunto com os países participantes das nações unidas é procurar alcançar e diminuir o índice de fome e pobreza no mundo (WEBER; SILVA, 2021) (Figura 5).

De acordo com esses mesmos autores, um dos caminhos que proporciona uma vida mais digna visando a preservação e, ou, a conservação do meio ambiente, por meio de práticas ecológicas, promovem o desenvolvimento sustentável: pode ser que seja o fator crucial encarregado de proporcionar a sustentabilidade ao mundo, por meio de equidade econômica e socioambiental.

A identificação de desenvolvimento sustentável e educação ambiental devem caminhar paralelamente, buscando estimular a população em práticas

ecológicas ao serem construídas no decorrer dos anos e promovendo mudanças no costume (SANTOS; SILVA, 2015).



Figura 5. ELETRONUCLEAR, Angra dos Reis, RJ: cursos, palestras e práticas sobre recuperação de áreas degradadas. Fonte: Acervo Maurício Novaes (2007).

Nesse contexto, nas pequenas propriedades no âmbito de produção familiar, seus proprietários vêm lutando para permanecer na terra, explorando também culturas tais como milho, hortaliças, café e frutas. Também, há *hobbies* como jardinagem, que gera resíduos tais como: podas, restos das roçadas e aparas de gramas - podem ser reutilizados, retornando ao solo na forma de compostos orgânicos, reduzindo assim os custos de produção com insumos químicos e minimizando os impactos ambientais de sua disposição inadequada (NAIDU; SIDDIQUI; IDRIS, 2020).

Na Agricultura Familiar e nos sistemas agroecológicos de produção, reciclar, é uma opção para minimizar a insegurança alimentar: não só no Brasil, mas em todo o mundo, estimulando modelos sustentáveis de geração de renda, produção de comida e gestão do solo e da água de forma menos predatória. O sistema de produção agroecológico, traz consigo a chance de unir alimentação saudável com justiça social (PÁSCHOA, 2022).

5. Agroecologia

Agroecologia, além de tratar do manejo ecologicamente responsável dos recursos naturais, constitui-se em um campo do conhecimento científico que, partindo de um enfoque holístico e de uma abordagem sistêmica, pretende contribuir para que as sociedades possam redirecionar o curso alterado da coevolução social e ecológica, nas suas mais diferentes inter-relações e mútua influência (CAPORAL, 2009).

Para esse mesmo autor, é uma ciência que gera conhecimento a respeito do entendimento ecológico relacionados às práticas agropecuárias. Dessa forma, a agroecologia não pode ser considerada apenas uma opção de prática agrícola, mas uma fonte de sustentabilidade e de conhecimento para o planeta.

A Agroecologia vem sendo um fator fundamental relacionando e contribuindo para o desenvolvimento sustentável da sociedade, por meio de práticas realizadas. Segundo Souza (2022), a agroecologia incentiva na valorização, construção e crescimento das famílias agricultoras, proporcionando a produção e alimentação de pequenas propriedades (Figura 6).



Figura 6. Costa Verde, Angra dos Reis, RJ: construção de canteiros e plantio de horta orgânica. Fonte: Acervo Maurício Novaes (2007).

O processo de transição agroecológica visa elaborar formas e caminhos sustentáveis para a agropecuária, além de conservar e, ou, preservar o ambiente para as gerações futuras. A agricultura familiar se adequa a esse modelo de

produção, contribuindo em seus aspectos socioambientais e socioeconômicos, beneficiando o agroecossistema e as famílias rurais: por estar diretamente acessível à agroecologia, pode compreender e desenvolver características que proporcionem a saúde humana e a sustentabilidade ambiental (AZEVEDO; PELICIONI, 2011).

A agricultura familiar, simultaneamente à agroecologia, pode gerar práticas economicamente viáveis e sustentáveis. Por conta disso, está presente nas mesas dos brasileiros, produzindo alimentos da cesta básica. Com esse modelo de produção que serão atendidas as necessidades do mundo atual, provocando menos processos e impactos ao meio ambiente (MONTEIRO; LONDRES, 2017).

A produção agropecuária sustentável desempenha pontos positivos: a) por agredir menos o meio ambiente; b) ser mais viável economicamente; c) incentivar a comunidade local no cultivo; e d) utilizar práticas estáveis ao ecossistema, proporcionando o fortalecimento do sistema agroecológico para que diminua os problemas socioambientais. A agricultura familiar é o melhor cenário para o domínio econômico, social e ambiental, pois providencia geração de renda e fornece alimentos agroecológicos que não causam mal à saúde e ao meio ambiente. Dessa forma, de acordo com Weber e Silva (2021):

Como forma de potencializar as ações da agricultura familiar em prol do desenvolvimento sustentável, está o resgate de formas de produção mais sustentáveis por meio da produção orgânica e agroecológica. Considera-se que a produção orgânica está centrada na geração de alimentos livres de agrotóxicos, enquanto a agroecológica abarca também aspectos sociais e culturais.

O sistema agroecológico favorece o agroecossistema. A prática da agricultura orgânica, por exemplo, pode passar a existir no contexto de produção das pequenas propriedades e cultivos familiar.

6. Compostagem

O crescimento desordenado da população motiva uma maior produção de resíduos, principalmente nas cidades: seja pela presença de casas, indústrias,

comércio que os geram e muitas vezes os descartam de forma inadequada. De acordo com Pires e Ferrão (2017), resíduo é definido por todo material que não é aproveitado durante a produção ou consumo, que não apresenta valor de uso ou mercado, podendo resultar em danos ao meio ambiente quando não manejado de forma apropriada (Figura 7).

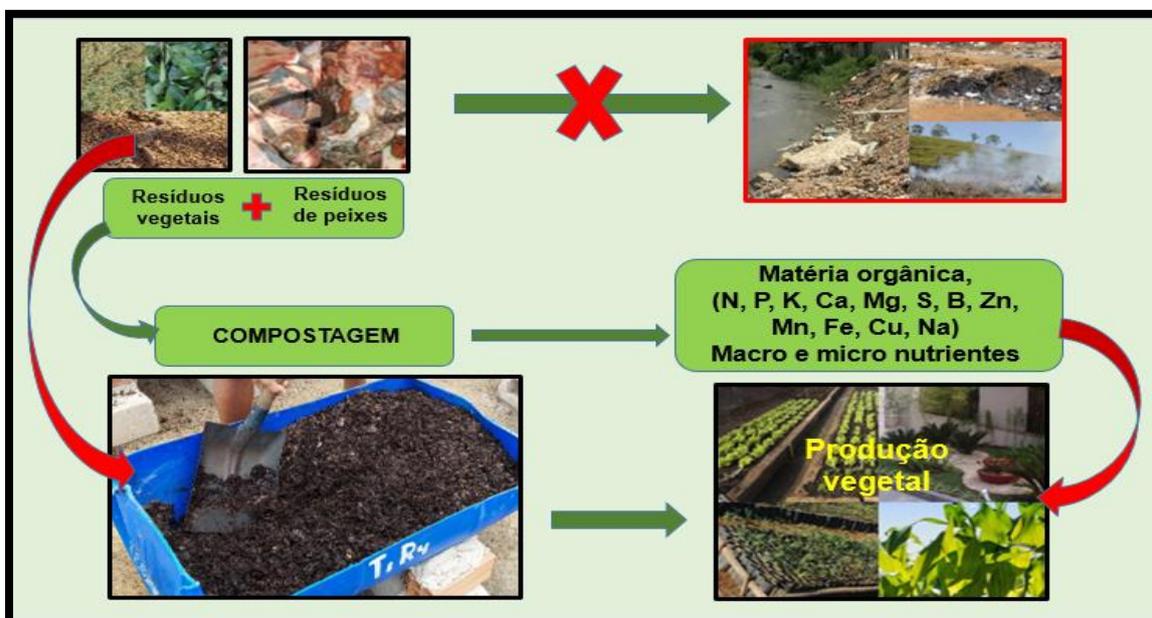


Figura 7. Fluxograma do aproveitamento de resíduos vegetais e da tilapicultura. Fonte: Páschoa, Mendonça e Souza, 2022.

O órgão responsável pela normatização dos resíduos no Brasil é o Ministério do Meio Ambiente, por intermédio do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), que em 2002, publicou a Resolução nº 313 de 29 de outubro. Esta resolução dispõe sobre o Inventário Nacional de Resíduos Sólidos Industriais, trazendo como finalidade fomentar a política de gestão dos resíduos, de modo a considerar que todo resíduo sólido gerado pela indústria, seja parte integrante no processo de licenciamento ambiental (BRASIL, 2002).

De acordo com o Plano Nacional de Resíduos Sólidos - PNRS, os resíduos devem ser preferencialmente reciclados (Figura 8). A sua alta concentração de matéria orgânica pode prejudicar a sanidade do solo e as fontes de água daquela região, além de causar riscos à saúde pública, quando dispostos nos recursos hídricos (BRASIL – PNRS, 2010).



Figura 8. Costa Verde, Angra dos Reis, RJ: composto produzido com aparas de grama sendo usado no plantio de árvores. Fonte: Acervo Maurício Novaes (2007).

Assim, a compostagem é um método que contribui com a redução de processos impactantes ao meio ambiente: atua de forma a viabilizar e destinar os resíduos orgânicos diversos a serem reciclados e reaproveitados (MARQUES et al., 2017).

O fato é que um dos grandes problemas mundiais atuais se refere ao destino inadequado dos resíduos sólidos. Com o passar dos anos, o crescimento populacional cresceu de forma descontrolada, desencadeando processos e impactos ambientais, transformando-se em uma questão de saúde pública. Destaca-se a grande quantidade de resíduos gerados no Brasil, acometendo diferentes impactos, como a contaminação da água e do solo, promovendo o surgimento de doenças que prejudicam os aspectos socioeconômicos e ambientais (YAVORSKI; LEMES; BORINO, 2016).

A média brasileira de resíduos produzidos por habitante urbano é de cerca de 1 Kg dia^{-1} . Dados da ABRELPE (2017) revelam que a geração de resíduo sólido urbano (RSU) em 2017 foi de $256.941 \text{ t dia}^{-1}$, que corresponde a $1,2 \text{ kg}^{-1} \text{ hab}^{-1} \text{ dia}^{-1}$.

No Brasil, em 2018, foram geradas 79 milhões de toneladas de RSU. Em 2022, foi produzido 81,8 milhões de toneladas de resíduos nas áreas urbanas, o

que representa 224 mil toneladas diárias. Cada pessoa gerou, em média, 381 kg ano⁻¹, o que significa mais de 1 kg⁻¹ hab⁻¹ dia⁻¹ (ABRELPE, 2022).

Por outro lado, o Brasil que é um país rural, possui um número significativo de produtores com dificuldades e limitações para permanecerem em sua atividade. O custo de produção sofre altas constantes, como no caso dos fertilizantes minerais. Diante da preocupação com a produção de alimentos em momento de profundas transformações climáticas, surge a importância da valorização deste segmento social.

A agricultura familiar e os sistemas agroecológicos de produção são soluções possíveis para dar fim à insegurança alimentar: não só no Brasil, mas também em nível mundial - desde que estimule a adoção de modelos sustentáveis de geração de renda, produção de alimentos e gestão dos recursos naturais de forma menos predatória. Esse modelo de produção traz consigo a chance de unir alimentação saudável com justiça social. A prática da compostagem pode contribuir na consolidação desse processo (Figura 9).



Figura 9. ELETRONUCLEAR, Costa Verde, Angra dos Reis, RJ: composto produzido a partir de aparas de grama. Fonte: Acervo Maurício Novaes (2007).

Dessa forma, a compostagem é uma alternativa de prática agroecológica que proporciona o bem-estar ambiental, a fim de reduzir os impactos causados aos agroecossistemas. O seu objetivo principal é diminuir o volume de resíduos orgânicos acumulados, que poderiam desencadear impactos econômicos,

sociais e ambientais (PEDROSA et al., 2013). O processo da compostagem promove a decomposição e transformação dos resíduos em matéria orgânica: o adubo natural pode ser utilizado como fertilizante orgânico (PIRES; FERRÃO, 2017).

A técnica de compostagem propicia a decomposição dos RSU, por exemplo, por meio da atuação de microrganismos presentes, sendo de grande importância sua utilização em atividades agropecuárias. Dessa forma, o desenvolvimento de práticas sustentáveis por meio da conservação e organização, apresenta a compostagem como uma ferramenta que favorece a sustentabilidade (YAVORSKI; LEMES; BORINO, 2016).

Os instrumentos adotados no processo de compostagem buscam produzir insumos que não agredam o solo, sendo um processo que atua na contribuição do bem-estar ambiental. Dessa forma, a compostagem aponta meios para diminuir a quantidade de resíduos orgânicos destinados aos “lixões”, aterros controlados e sanitários, via produção de adubo natural que será utilizado em áreas de cultivo ou mesmo na recuperação de áreas degradadas (GUIMARÃES; MOREIRA; MIRANDA, 2020).

Entre os principais benefícios da compostagem como técnica de reaproveitamento de resíduos, citam-se (NASCIMENTO et al., 2005):

- Estimula a melhoria da qualidade do solo;
- Promove o aumento da matéria orgânica ajudando na retenção e drenagem do solo melhorando sua aeração;
- Aumenta a capacidade de infiltração de água, reduzindo a erosão;
- Dificulta ou impede a germinação de sementes de plantas invasoras;
- Aumenta o número de minhocas, insetos e microrganismos desejáveis, devido à presença de matéria orgânica, reduzindo a incidência de doenças de plantas;
- Mantêm a temperatura e os níveis de acidez do solo;
- Ativa a vida do solo, favorecendo a reprodução de microrganismos benéficos às culturas agrícolas;
- Promove o aproveitamento agrícola da matéria orgânica;
- Proporciona um processo ambientalmente seguro;
- Promove a redução do odor;
- Propicia economia no transporte.

6.1. Manejo do processo de compostagem

A reciclagem evita que os nutrientes se acumulem em locais inadequados, podendo causar processos, impactos e externalidades ambientais, enquanto poderiam ser utilizados na produção vegetal ou na recuperação de áreas degradadas. No entanto, antes de serem empregados na produção agropecuária, esses materiais orgânicos devem passar por processos de estabilização e descontaminação. Uma das alternativas que pode contribuir para a solução deste problema é o método da compostagem (Figura 10).



Figura 10. Processo de compostagem rápida com movimentação mecânica em galpão aberto. Fonte: FOLHITO, 2021.

A compostagem consiste em um processo de decomposição aeróbia controlada e de estabilização da matéria orgânica, com o objetivo de obtenção de um produto final estável, sanitizado, rico em compostos húmicos e cuja utilização no solo, além de não oferecer riscos ao meio ambiente, também é uma forma de reciclar nutrientes para as plantas (VALENTE et al., 2009).

É um método econômico e ambientalmente correto de destino da matéria orgânica, exigindo menor uso de mão de obra, quando comparado a outros métodos; embora necessite de critérios rígidos para a sua execução: é uma alternativa viável para o produtor. Pode ser feito com o uso de bombonas cortadas ou galões de plástico (Figura 11) (PAIVA, 2006).



Figura 11. Galões de plásticos utilizados para composteira: seta indicando local do furo na parte inferior. Fonte: Páschoa, Mendonça e Souza, 2022.

Nesse contexto, o desenvolvimento de práticas sustentáveis que permitam o correto gerenciamento dos resíduos urbanos e a aplicação de tecnologias viáveis e aplicáveis, pode contribuir para uma maior oferta e diversificação de produtos ao mercado, incremento na geração de emprego e renda, além da sustentabilidade da cadeia produtiva (SILVA et al., 2013).

Dentro do cenário de sustentabilidade atual, de acordo com esses mesmos autores, a compostagem é uma tecnologia simples a ser considerada na gestão de resíduos sólidos no meio rural, sendo considerada como uma adequada ferramenta de educação ambiental. Destaca-se ainda como fator positivo a produção de composto orgânico, rico em nutrientes que são assimiláveis às plantas. Se utilizada em maior escala para adubação, contribui para a redução do consumo de fertilizantes químicos (Figura 12).

Também, contribui na valorização e conscientização da geração de resíduos. Além disso, a compostagem está diretamente ligada ao movimento de redução de geração dos resíduos, conhecido como *waste prevention* (EUROPEAN COMMISSION, 2016). Ainda, diminuem os volumes que seriam dispostos em aterros, reduzindo a demanda de transporte e impactos ao ambiente dentre outros sendo uma ferramenta de educação ambiental (VICH et al., 2017).



Figura 12. Angra dos Reis, RJ: construção de canteiros e plantio de horta orgânica com o uso de composto. Fonte: Acervo Maurício Novaes (2007).

A Política Nacional de Resíduos Sólidos - PNRS (2010) analisa que a reciclagem dos resíduos sólidos deve ser incentivada, facilitada e expandida no país: para reduzir o consumo de matérias-primas, recursos naturais renováveis e não renováveis, energia elétrica e água. A sua alta concentração de matéria orgânica pode prejudicar a sanidade do solo e as fontes de água de uma dada região, além de causar riscos à saúde pública, quando dispostos nos recursos hídricos (BRASIL – PNRS, 2010).

O processo da compostagem ocorre após serem colocados e misturados resíduos orgânicos como produto de origem animal, restos alimentos, folhas, galhos e todo qualquer material que possa ser decomposto de forma natural. Devem ser montadas camadas com os resíduos. No final, os decompositores são responsáveis pela sua decomposição (SANES et al., 2015). Dessa forma, as atuações dos microrganismos estão relacionadas com fatores físicos, químicos e biológicos ligados diretamente no desempenho da compostagem (MONTEIRO, 2019) (Figura 13).

A produção e manejo da composteira compreende a realização de etapas, até que o produto final, chamado composto orgânico, seja de boa qualidade. É necessário o controle da temperatura, onde pode se utilizar, de forma auxiliar, uma barra de ferro para aferir a temperatura do composto, durante uma vez na

semana, para que sejam oferecidas melhores condições abióticas aos organismos vivos e evitar o mau cheiro (SOUSA, 2013).



Figura 13. Resíduos orgânicos. Fonte: Revista Globo Rural, 2019.

Contudo, de forma adequada, o monitoramento da temperatura ambiente deve ser aferido com termômetro de mercúrio e no interior das unidades com termômetro digital culinário, com variação de leitura de -50°C a 300°C , com bulbo (haste) de 30 cm, leitura rápida. Deve ser introduzido no centro da pilha do composto por 2 minutos, realizadas diariamente: devido ao comportamento da temperatura ser mais intenso nos primeiros trinta dias. Após esse período, fazer de três em três dias até ao fim do período da compostagem: em torno de 120 dias, sempre no mesmo horário (PÁSCHOA; MENDONÇA; SOUZA, 2022) (Figura 14).



Figura 14. Termômetro digital (A), Termômetro digital introduzido no centro da composteira (B). Fonte: Páschoa, 2022.

Uma forma de melhorar a qualidade do composto a ser produzido, consiste em monitorar, também, a umidade. Sempre após esse monitoramento, o chorume deve ser coletado, coado e acrescido de água bruta e regados (irrigador plástico) sobre a respectiva composteira, durante noventa dias. Após esse período, irrigar apenas com o chorume coletado, até o período final da compostagem. (PÁSCHOA, 2022).

O controle da umidade foi realizado com o teste de mão, prático para o agricultor (Figura 15). Consiste em pegar com a mão um pouco de material do interior da leira e comprimi-lo com bastante força. O ponto ideal da umidade é quando a água começa a verter entre os dedos, conforme orientação de Kiehl (2004).

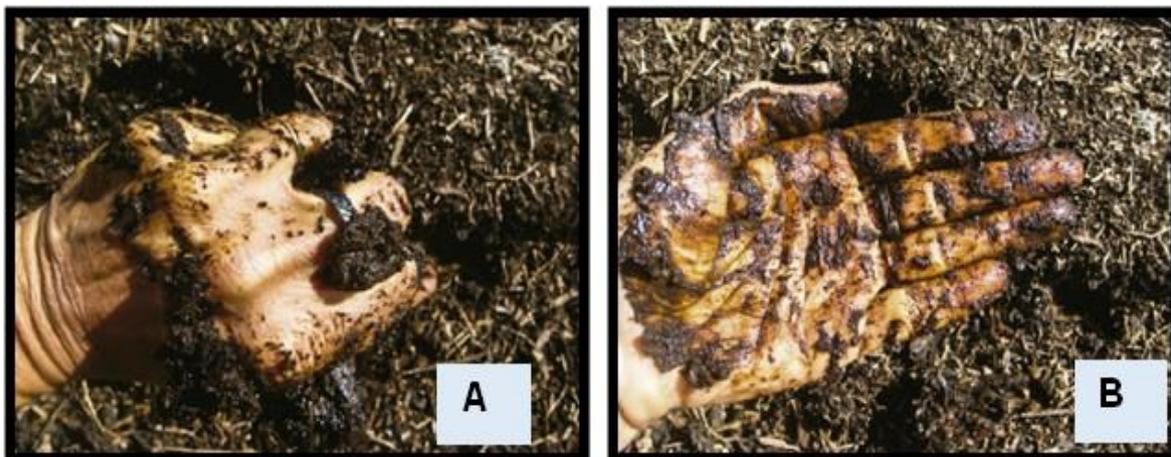


Figura 15. Aperto do composto com a mão (A), observando a umidade (B). Fonte: Páschoa, Mendonça e Souza, 2022.

Durante a realização do manejo, ocorrem processos físicos, químicos e biológicos na transformação da matéria orgânica para o adubo. Diante disso, são necessário cerca de 4 meses para obtenção do produto final. Ao ser manejado e observado características como coloração e cheiro agradável, indica uma qualidade favorável (SOUSA, 2013).

O reviramento do composto para auxiliar o controle de temperatura e da umidade, deve ser realizado com a maior frequência possível, ao menos de 15 em 15 dias, observando a umidade com as mãos (PÁSCHOA, 2022) (Figura 16).



Figura 16. Realização dos reviramentos (A) e (B). Fonte: Páschoa, Mendonça e Souza, 2022.

6.2 Etapas da compostagem

O sistema da compostagem passa por três etapas, de forma geral: mesofílica, termofílica e maturação.

Inicia-se pela fase mesofílica, com a atuação de bactérias e fungos, por cerca de 15 dias: a temperatura pode chegar a 40°C, quando se inicia o processo de transformação da matéria orgânica. A etapa seguinte, a termofílica, é capaz de eliminar organismos patogênicos que podem ocasionar doenças: as temperaturas podem chegar a 65°C. Por último, a etapa de maturação, com baixas temperaturas, como na etapa mesofílica, quando se obtém a estabilização no produto (ROSA et al., 2019).

Há de se considerar, que um conjunto de determinados fatores são fundamentais para todo o desenvolvimento e transformação da matéria orgânica, que proporcionam a realização e as condições necessárias para o recurso, tais como temperatura, pH, relação C/N, umidade e aeração: por meio do monitoramento, propiciam o desenvolvimento da compostagem que acarrete em um produto de boa qualidade (CORRÊA; RICCI, 2016).

Outro fator que está relacionado à compostagem e o desempenho dos microrganismos é o elemento oxigênio. A relação carbono e nitrogênio são os elementos classificados como macronutrientes indispensáveis para os microrganismos no processo (MONTEIRO, 2019).

Alguns comentários necessários para a boa compreensão do processo de compostagem:

✓ **Temperatura**

O processo da compostagem produz alterações nas temperaturas durante o tempo. Essas alterações dependem: tamanho da pilha, umidade, quantidade de oxigênio, quantidade de carbono, quantidade nitrogênio e temperatura ambiente. Caso as condições sejam adequadas, alcança-se a temperatura de 40 a 50°C dentro de dois a três dias, podendo atingir 60 a 70°C em 15 dias (KIEHL, 1985; FORTES NETO, 1992).

A temperatura é um fator importante, pois está relacionada à rapidez do processo de biodegradação e à eliminação de patógenos (BETTIOL; CAMARGO, 2000). Quando a temperatura da pilha for menor ou igual à temperatura ambiente, o processo de compostagem terminou e o composto está pronto. Na Figura 17 percebe-se o comportamento da temperatura nas diferentes fases da compostagem, relacionada com o tempo.

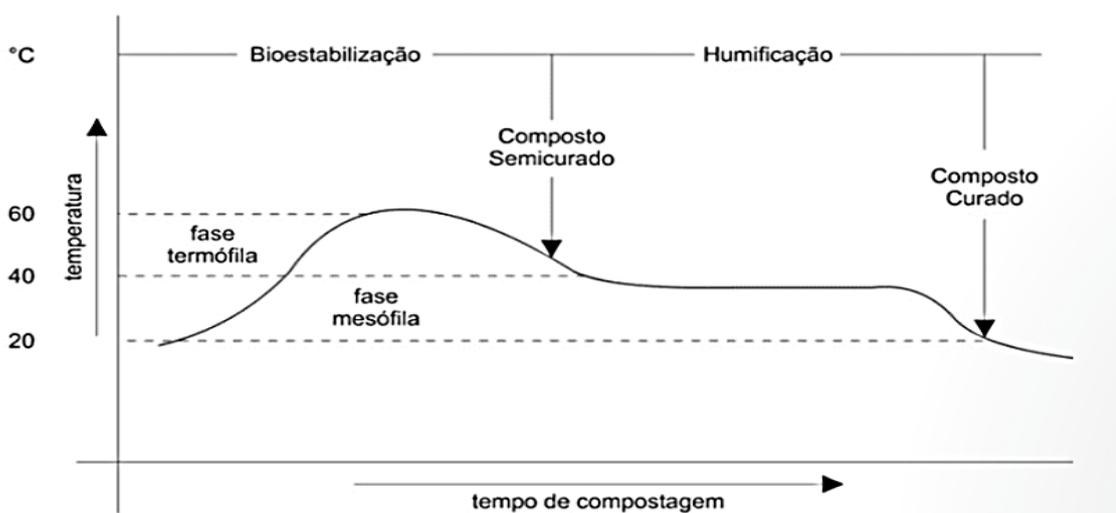


Figura 17. Fases da compostagem. Fonte: D'almeida e Vilhena, 2000.

✓ **Em resumo:**

a) Fase mesofílica: começa com a decomposição da matéria orgânica, liberando calor e vapor d'água, com formação de ácidos e toxinas de curta duração (CARVALHO, 2015). As temperaturas podem atingir 40°C e ter duração entre 2 e 5 dias (OLIVEIRA SARTORI; GARCEZ, 2008).

b) Fase termofílica (bioestabilização): é a fase com degradação ativa, quando o material atinge a temperatura máxima, superior a 40°C e onde as reações bioquímicas são mais intensas. A duração depende de fatores ambientais, natureza e quantidade dos resíduos, população microbiana e balanço de nutrientes (CARVALHO, 2015).

c) Fase de maturação (humificação): é o período de estabilização que produz um composto maturado, estabilizado e humificado, livre de toxicidade (OLIVEIRA SARTORI; GARCEZ, 2008). Pode durar entre 30 e 60 dias (CARVALHO, 2015). Se realizada de maneira correta, o composto final apresentará coloração escura e odor similar ao de terra (SILVA et al., 2013).

✓ **Percentual de umidade e teor de redução final do composto**

A água é essencial para a atividade dos microrganismos e a necessitam para suas atividades metabólicas. A umidade do composto deve possibilitar o transporte de nutrientes, sem alterar as trocas gasosas e condições aeróbias. No composto, o índice ideal de umidade, geralmente, pode variar de 50 a 60%; a manutenção da umidade pode ser realizada por meio da mistura criteriosa dos componentes ou da adição de água. Índices de umidade maiores que 65%, propiciam a ocupação da água nos espaços vazios do meio, o que impede a circulação livre do oxigênio provocando anaerobiose (SOARES et al., 2017).

Deve-se observar a porosidade e estrutura do material, sempre objetivando satisfazer a demanda microbiológica por oxigênio. As partículas da massa em compostagem devem se situar entre 10 e 50 mm (PEREIRA NETO, 2007).

Quando o índice de umidade de um composto é inferior a 40%, a atividade biológica e a velocidade de biodegradação são inibidas. Contudo, como há perdas de água em função da aeração, geralmente, o índice de umidade do composto diminui ao longo do processo (PIRES, 2013).

Nesse contexto, o índice de umidade deve ser monitorado durante a compostagem a fim de que o processo se desenvolva adequadamente (FERNANDES; SILVA, 1999).

A Legislação Brasileira delimita o valor de 40% com tolerância até 44% e teor no mínimo de umidade em 25% (NASCIMENTO et al., 2005).

✓ **Aeração**

A aeração é o fator mais importante a ser considerado no processo de decomposição aeróbica da matéria orgânica. É classificada como o principal mecanismo capaz de evitar altos índices de temperatura, velocidade de oxidação, liberação de odores e reduzir o excesso de umidade (PEIXOTO, 1988).

A disponibilidade de oxigênio melhora as condições do processo, evitando mau cheiro, atração de vetores e ocasiona a oxidação mais rápida da matéria orgânica (MASSUKADO, 2008). A aeração pode ser realizada de forma natural, por meio de reviramento manual ou acelerada, em que aeração é forçada por tubulações que injetam ar nas leiras (D'ALMEIDA; VILHENA, 2000).

✓ **Relação carbono/nitrogênio (C/N)**

Os microrganismos necessitam da presença de macro e micronutrientes para suas atividades metabólicas. Carbono (C) e Nitrogênio (N) são de extrema importância. O C é fonte de energia e unidade estrutural básica das moléculas orgânicas, promovendo o crescimento microbiano; já o N é essencial na síntese proteica (BATISTA; BATISTA, 2007).

Quando presente em condições aeróbicas, parte do C é liberada na forma de gás carbônico (CO₂) e o restante é utilizado com o N durante o processo de crescimento microbiano; é mais intensa na fase termofílica da compostagem (BATISTA; BATISTA, 2007).

O consumo de C pelos microrganismos no processo é aproximadamente 15 a 30 vezes maior do que o de N (KIEHL, 2004). Tendo o valor inicial de 30:1, decaindo ao longo do tempo, podendo finalizar entre 10:1 a 15:1 (KUMAR *et al.*, 2009).

A relação C/N depende da dosagem dos materiais adicionados nas composteiras. Geralmente, resíduos palhosos, como vegetais secos, são fontes de C; enquanto excrementos e legumes e frutas frescas, ricos em N. Materiais com alta relação C/N, a base de madeira, conferem estrutura aos volumes de resíduos e são comumente utilizados. Relações C/N inferiores a 30:1 possuem excesso de N. Assim, é necessária a mistura de outros materiais, ricos em C, para balancear o processo (INÁCIO; MILLER, 2009).

O acompanhamento da relação C/N durante a compostagem proporciona conhecer o andamento do processo, informando quando o composto atingiu as

fases ou se já está estabilizado. A diminuição da relação ocorre ao longo do processo, pois as perdas de C são superiores as de N (KIEHL, 2004). Conforme esse mesmo autor, as relações C/N que podem ocorrer no processo são:

- Relação C/N abaixo de 10:1: pode haver perda de N por volatilização na forma de amônia (NH_3) e formação de odor.
- Relação C/N entre 25:1 a 30:1: considerada ideal para o processo da compostagem.
- Relação C/N entre 30:1 a 50:1: permite uma decomposição mais acelerada.
- Relação C/N acima de 50:1: deficiência de N, tempo de maturação mais prolongado.

A relação C/N influenciará na qualidade do composto. Se for muito alta, o processo poderá não ocorrer. Por outro lado, se for muito baixa, haverá perda de N na forma de amônia, dificultando o processo e resultando em odores e vetores (SILVA, 2016).

Quando o composto final é incorporado ao solo, relações C/N muito altas ou baixas podem ocasionar problemas às culturas. Se for muito baixa, ocorrerá desprendimento de amônia e danos à vegetação. Se for muito alta, haverá consumo de N do solo pelos microrganismos, causando deficiência temporária às plantas (KIEHL, 2004).

6.3. Benefícios sociais e ambientais da compostagem

Diante de tantos impactos ocasionados pelo homem, afetando os mais diversos ecossistemas, a compostagem é uma alternativa viável, econômica e social proporcionando sustentabilidade. Além disso, questões importantes relacionadas com o meio ambiente, estão sendo tratadas em contexto mundial (LOPES; POMPEU, 2014).

Os resíduos orgânicos domésticos podem ser reaproveitados por intermédio da compostagem (Figura 18). O composto orgânico é transformado a partir dos resíduos orgânicos, apresentando características propícias para o uso como cor escura, leve e bom cheiro para ser utilizado (MONTEIRO, 2016).



Figura 18. Abóbora se desenvolvendo sobre composto. Fonte: Acervo Maurício Novaes, 2019.

A compostagem é considerada uma prática sustentável que visa diminuir impactos causados no ambiente. A utilização de resíduos domésticos é uma forma que procura contribuir com uma perspectiva ecológica. Dessa forma, diminui a quantidade de resíduos destinados a aterros e lixões, favorece o tempo de vida dos aterros sanitários, realiza a reciclagem de nutrientes, produção de adubo, minimiza a poluição do solo e da água, dentre outros (MONTEIRO, 2016).

Dessa forma, a produção de composteira doméstica traz vários benefícios, como a diminuição da quantidade de resíduos orgânicos para o descarte em aterros sanitários, reduz gastos públicos, contaminação do solo e da água por chorume que é um efluente líquido gerado pela putrefação de resíduos orgânicos, proliferação de pragas e doenças e ainda podendo se tornar um meio econômico e social com a geração de renda por meio da produção de adubo orgânico, que pode ser utilizado em hortas e plantações agrícolas.

O processo utilizado na compostagem traz benefícios tanto para o meio ambiente quanto para a saúde da sociedade, minimizando os processos e impactos ambientais e garantindo melhor qualidade de vida às gerações futuras (Figura 19) (MELO; DUARTE, 2018).



Figura 19. Adubo orgânico. Fonte: Ciclovivo, 2018.

O presente projeto foi desenvolvido na turma do terceiro ano do ensino médio da Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio Pedro Simão no município de Alegre, ES. Foi utilizada a aplicação metodológica expositiva, demonstrativa, com a temática educação ambiental, agroecologia, tratados de sustentabilidade mundial e a aplicabilidade de técnicas de construção de uma composteira; sua forma de utilização, insumos gerados nos processos finais e seus resultados.

Para a produção de composteira doméstica, utilizaram-se basicamente três baldes sobrepostos: nos dois primeiros baldes, colocaram-se os compostos com furos nos fundos e laterais para a circulação de oxigênio; e o último balde, sem furos para a coleta do chorume produzido, onde foi instalada uma torneira para facilitar o manuseio e o escoamento do resíduo final (Figura 20).



Figura 20. Modelo de composteira doméstica. Fonte: EMBRAPA, 2019.

7. Considerações Finais

O presente projeto foi desenvolvido na turma do terceiro ano do ensino médio da Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio Pedro Simão no município de Alegre, ES. Exemplificaram-se os benefícios e a importância do reaproveitamento dos resíduos de alimentos decompostos para a sociedade e o meio ambiente.

Reafirmou-se, assim, a importância da interdisciplinaridade para aquisição de conhecimento nos temas de EA, agricultura familiar e agroecologia, proporcionando aos professores e alunos atividades no ambiente escolar em auxílio à sensibilização sobre a questão de resíduos produzidos no ambiente escolar e em suas casas, para a construção de uma consciência ambiental voltada às práticas que irão contribuir para o desenvolvimento de um ambiente mais equilibrado.

Durante a execução do trabalho, procuraram-se discutir a influência da geração de resíduos sólidos na degradação do meio ambiente: em pequenas propriedades rurais, identificar as formas de gerenciamento existentes e propor alternativas tecnológicas visando melhorar o atual sistema.

O processo de compostagem objetiva a reciclagem por intermédio da decomposição de alimentos orgânicos, transformando a matéria orgânica em adubo rico em nutrientes, que pode ser utilizado para fertilizar e condicionar os solos, podendo ser aplicado em qualquer tipo de cultura, tais como jardins, e atividades agrícolas.

Dessa forma, sugerem-se estudos que busquem elucidar a viabilidade do aproveitamento de resíduos gerados agronomicamente, para aprofundar o conhecimento sobre a sua importância ambiental. Há de se considerar que o composto, seus nutrientes e as características do solo podem ser alterados ou afetados pelas condições edafoclimáticas.

A compostagem pode ser considerada uma técnica agroecológica: auxilia nos processos de produção agrícola e na base econômica de uma propriedade por meio de seu produto final - o adubo orgânico. Sua base inicial se dá no reaproveitamento de resíduos orgânicos em função da melhoria da qualidade do meio ambiente em que se vivem, evitando danos como contaminação do solo e da água, proliferação de pragas e doenças, provenientes da propriedade rural ou da sociedade em geral.

Para ampliar os conhecimentos em relação à compostagem na produção orgânica, destaca-se a importância da Educação Ambiental associada à Agroecologia, como ferramentas interdisciplinares para a aquisição de conhecimento, buscando desenvolver por meio da sensibilização, a consciência sobre as práticas de compostagem e seus benefícios ao meio ambiente.

A Educação Ambiental, seja em qual segmento for aplicada, é a base fundamental para o desenvolvimento de uma sociedade mais consciente sobre as questões ambientais. Práticas diárias podem ser aplicadas para a segurança de viver em um mundo ecologicamente equilibrado e mais justo para todos.

8. Referências bibliográficas

ABRELPE - **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil**, 2017. Disponível em: https://abrelpe.org.br/pdfs/panorama/panorama_abrelpe_2017.pdf. Acesso em: 25 maio 2022.

ABRELPE - **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil**, 2022. Disponível em: https://abrelpe.org.br/pdfs/panorama/panorama_abrelpe_2022.pdf. Acesso em: 25 mar. 2023.

ALVES, C. T. **A Revolução Verde na mesorregião noroeste do RS (1930-1970)**. Dissertação (Mestrado em História) – Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2013.

ALVES, T. L. B.; LIMA, V. L. A. de; FARIAS, A. A. de. Impactos Ambientais no rio Paraíba na área do município de Caraúbas, PB: região contemplada pela integração com a bacia hidrográfica do rio São Francisco. **Caminhos de Geografia**, Uberlândia, MG, v. 13, n. 43, 2012. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/16758>. Acesso em: 8 nov. 2022.

AZEVEDO, E.; PELICIONI, M. C. F. **Promoção da saúde, sustentabilidade e agroecologia**: uma discussão Inter setorial. 2011. DOI: 10.1590/S0104-12902011000300016

BARICELO, L. G. **A evolução diferenciada da indústria de máquinas agrícolas**: um estudo sobre os casos norte-americano e brasileiro. Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 2015.

BARICELO, L. G.; VIAN, C. E. DE F. Indústria de máquinas agrícolas: um panorama histórico da formação ao atual estágio de desenvolvimento. **História e Economia**, v. 22, n. 2, p. 28-35, 2019.

BATISTA, J. G. F.; BATISTA, E. R. B. **Compostagem**: utilização de compostos em horticultura. Universidade dos Açores, Centro de Investigação e Tecnologias Agrárias dos Açores, 2007.

BETTIOL, W.; CAMARGO, O. A. Prefácio. In: BETTIOL, W.; CAMARGO, O. A. **Impacto ambiental do uso agrícola do lodo de esgoto**, Jaguariúna, SP: EMBRAPA Meio Ambiente, 2000. p. 5-6

BONFIM, V.L; KATO, D.S. A Agroecologia na Educação Ambiental. **Anais... XII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências - ENPEC**, 2019.

BRASIL - **Parâmetros Curriculares Nacionais Ensino Médio**. 1999. Disponível em: <https://portal.mec.gov.br/setec/arquivos/pdf/BasesLegais.pdf>. Acesso em: 21 nov. 2022.

BRASIL - **Resolução CONAMA nº 313, de 29 de outubro de 2002**. Dispõe sobre o Inventário Nacional de Resíduos Sólidos Industriais. Disponível em:

https://incaper.es.gov.br/Media/incaper/PDF/legislacao_biosolido/resolconama313_.pdf Acesso em: 12 ago. 2021.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010. Institui a **Política Nacional de Resíduos Sólidos**. Brasília-DF, 2010.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, Conselho Nacional do Meio Ambiente, CONAMA. **Resolução CONAMA nº 459/2013**, de 16 de outubro de 2013. Altera a Resolução no 413, de 26 de junho de 2009, do Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA, que dispõe sobre o licenciamento ambiental da aquicultura, e dá outras providências, 2013.

BRUNO, F. M. R.; FRAGA, J. M. L. A crise climática, o acordo de paris e as perspectivas sobre o aquecimento global após a (des) regulamentação ambiental de Washington. **Revista Aurora**, v. 11, n. 1, p. 23-48, 2018.

BUSS, A.; MORETO, C. A prática da compostagem como instrumento no ensino de conteúdos e na Educação Ambiental Crítica. **Revista Monografias Ambientais**, v. 18, n. 6, 2019. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/remoa/article/view/39699/html>. Acesso em: 01 nov. 2022. DOI: <https://doi.org/10.5902/2236130839699>. ISSN: 2236-1308.

CAPORAL, F. R. **Agroecologia: uma ciência do campo da complexidade / Francisco Roberto Caporal (org.)**. COSTABEBER, J. A.; PAULUS, G. – Brasília: 2009 - 111 p. ISBN 978-85-60548-38-5

CARVALHO, A. V. de. **Crescimento econômico, desenvolvimento socioeconômico e dotação de recursos naturais versus armadilha da pobreza: evidências para Amazônia Legal nas últimas duas décadas**. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Oeste do Pará, Pró-reitoria de Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação Tecnológica, Programa de Pós-Graduação em Sociedade, Natureza e Desenvolvimento. Santarém, 2018.

CARVALHO, C. R. B. **Compostagem de resíduos verdes e orgânicos alimentares**. 2015. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Instituto Alberto Luiz Coimbra de pós-graduação e pesquisa de engenharia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

CORRÊA, R. F. M.; RICCI, A. B. Compostagem de lodo de esgoto por meio de leira estática aerada com duas taxas de aeração. **Revista Mundi Meio Ambiente e Agrárias**, Curitiba, v. 1, n. 2, 2017. ISSN: 2525-4790.

D'ALMEIDA, M. L. O.; VILHENA, A. **Lixo Municipal: manual de gerenciamento integrado**. 2. ed. São Paulo: IPT/CEMPRE, 2000.

EUROPEAN COMMISSION. **Waste prevention**. 2016. Disponível em: <<http://ec.europa.eu/environment/waste/prevention/index.htm>>. Acesso em: 21 fev. 2023.

FERNANDES, F.; SILVA, S.M.C.P. **Manual prático para a compostagem de bio sólidos**. Londrina: UEL, 1999.

FOLHITO. **Compostagem**. 2021. Disponível em: <https://www.folhito.com.br/portfolio-items/compostagem/>. Acesso em: 11 mar. 2023.

FONSECA, T. S. da; POSSATTI, M. J. A.; XAVIER, S. A. B.; NOVAES, C. A. de; SOUZA, M. N. A trajetória da educação ambiental no Brasil e a reciclagem no município de Alegre - ES. In: SOUZA, M. N. (Org.) **Tópicos em recuperação de áreas degradadas**. Vol. IV. – Canoas, RS: Mérida Publishers. p. 69-98. 2022. DOI: <https://doi.org/10.4322/mp.978-65-84548-10-7>.

FORTES NETO, P. **Monitoramento da compostagem de lixo em leiras estáticas e revolvidas**. Dissertação de Mestre em Microbiologia Agrícola e do Ambiente. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Rio Grande do Sul, 1992.

FRELLER, F.; NICOLETE, R. S. R. Uma biografia da Revolução Francesa. **Topoi**. Rio de Janeiro, v. 21, n. 44, p. 525-531, 2020.

GOMES, G. S. M. **A Agenda 21 e a responsabilidade ambiental das empresas**. 2013. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Relações Internacionais) – Faculdade de Direito e Relações Internacionais, Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, MS, 2013.

GUIMARÃES, C. S. de F.; MOREIRA, C. V.; MIRANDA, E. L. Compostagem como uma estratégia de redução dos resíduos sólidos descartados no ambiente escolar. *Cadernos de Agroecologia. Edição Especial. Anais... V Simpósio Mineiro de Ciência do Solo: Agroecologia e a Compreensão do Solo como Fonte e Base para a Vida*. v. 15, n. 1, 2020.

INÁCIO, C. T.; MILLER, P. R. M. **Compostagem: ciência e prática para gestão de resíduos orgânicos**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2009. 156 p.

KIEHL, E. J. **Manual de compostagem: maturação e qualidade de composto**. 4. ed. São Paulo: Editora EMBRAPA, 2004. 173 p.

KIEHL, E.J. **Fertilizantes Orgânicos**. 1 ed. Piracicaba SP: Ceres,1985.

KUMAR, S. et al. Fuzzy filtering for robust bioconcentration factor modeling. **Environmental Modelling & Software**, n.24, p.44-53, 2009.

LIMA, I. B; ALVES, S. C **Educação ambiental e interdisciplinaridade: da explicitação de conceitos nos PCNS e DCNEM à prática pedagógica no ensino médio**. 2022.

LOPES, A. F. A.; POMPEU, D. S. da S. Benefícios sociais e ambientais da usina de reciclagem e compostagem na cidade de Prata-MG. Hygeia: **Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde**, 2014.

MACEDO, M. A. A. P. T de; RAMOS, M. da C. P. Educação ambiental e resíduos sólidos urbanos: caminho para um futuro sustentável. **EduSer-Revista de educação**. v. 7, n. 2, p. 41-57, 2015. Disponível em: <https://bibliotecadigital.ipb.pt/bitstream/10198/14150/1/Macedo%2c%20Ramos.pdf>ISS. Acesso em: 01 nov. 2022. ISSN 1645-4774.

MARQUES, R.; BELLINI, E.; GONZALEZ, C. E. F.; XAVIER, C. R. Compostagem como ferramenta de aprendizagem para promover a Educação Ambiental no ensino de ciências. In: **Anais... Fórum Internacional de Resíduos Sólidos**. 2017.

MATTE, M. R. G. **Desenvolvimento sustentável: uma análise das emissões de CO₂ no cenário mundial antes e depois da Agenda 21.** 2011. Trabalho de conclusão do curso de graduação apresentado ao Departamento de Ciências Econômicas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. 2011.

MELO, C. X. de; DUARTE, S. T. Análise da compostagem como técnica sustentável no gerenciamento dos resíduos sólidos. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade** [online]. 2018, vol. 5, n. 10, p. 691-710. 2018. ISSN 2359-1412. DOI: 10.21438/rbgas.051021.

MONTEIRO, D. ; LONDRES, F. Pra que a vida nos dê flor e frutos: Notas sobre a trajetória do movimento agroecológico no Brasil. In: SANBUICHI, R.H.R. et.al. (Orgs.). **A Política Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica no Brasil: uma trajetória de luta pelo desenvolvimento rural sustentável.** Brasil: IPEA, 2017. p. 53-86. 470 p.

MONTEIRO, J. A. V. Benefícios da compostagem doméstica de resíduos orgânicos. **Revista Educação Ambiental em Ação.** n. 56, 2016.

MONTEIRO, L. S. V. E. **Sucessão da comunidade fúngica termofílica e termotolerante na compostagem da gordura de frango.** 2019. 35 f. Trabalho de conclusão de curso (Engenharia Ambiental) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, São Paulo. 2019. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/203757>. Acesso em: 24 nov. 2022.

NAIDU, Y.; SIDDIQUI, Y.; IDRIS, A. S. Comprehensive studies on optimization of lignohemicellulolytic enzymes by indigenous white rot hymenomyces under solid-state cultivation using agro-industrial wastes. **Journal of Environmental Management**, v. 259, p. 110-156, 2020.

NASCIMENTO, A. M. do; SILVEIRA, A. P. de C.; COSTA, K. de; RIEHL, L. A. S. R.; SANTOS, Z. A. M. **Química e Meio ambiente: Reciclagem de lixo e química verde: papel, vidro, pet, metal, orgânico.** Secretaria de Educação: Curso formação continuada ciências da natureza, matemática e suas tecnologias, 2005.

NOGUERA, J. O. C. Compostagem como prática de valorização dos resíduos alimentares com foco interdisciplinar na educação ambiental. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v. 3, n. 3, p. 316-325, 2011.

OCTAVIANO, C. Muito além da tecnologia: os impactos da Revolução Verde. **ComCiência**, Campinas, n. 120, 2010. Disponível em <http://comciencia.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1519-76542010000600006&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 12 set. 2022.

OLIVEIRA, C. A; SARTORI, R. H; GARCEZ, T. B. **Compostagem.** Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz-USP. Piracicaba, 2008. 19 p.

PAIVA, D. **Compostagem: destino correto para animais mortos e restos de parição.** Embrapa Suínos e Aves – Concórdia – SC, 2006.

PÁSCHOA, J. C. V. da. **Diferentes fontes de carbono em compostagem, utilizando resíduos da filetagem da tilápia.** Dissertação (Mestrado) - Instituto

Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo. Programa de Pós-graduação Stricto Sensu em Agroecologia, 2022. 37 f. il.

PÁSCHOA, J. C. V.; MENDONÇA, P. P.; SOUZA, E. O. de. **Diferentes fontes de carbono em compostagem utilizando resíduos da filetagem da tilápia**. Boletim técnico n. 9. Vitória: EDIFES Acadêmico. 2022. 24 p. DOI: 10.36524/9788582635780

PEDROSA, T. D.; FARIAS, C. A. S. de; PEREIRA, R. A.; FARIAS, E. T. do R. Monitoramento dos parâmetros físico-químicos na compostagem de resíduos agroindustriais. **Nativa**, [S. l.], v. 1, n. 1, p. 44-48, 2013. DOI: 10.31413/nativa.v1i1.1335. Disponível em: <https://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/nativa/article/view/1335>. Acesso em: 01 nov. 2022.

PEIXER, J. F. B. **A contribuição nacionalmente determinada do Brasil para cumprimento do Acordo de Paris: metas e perspectivas futuras**. Tese submetida ao Programa de Pós Graduação em Direito da Universidade Federal de Doutor em Direito na área de concentração Direito, Política e Sociedade de Santa Catarina. 2019.

PEIXOTO, R. T. dos. G. **Compostagem: opção para o manejo orgânico do solo**. Londrina: IAPAR, 1988, 46p.

PEREIRA NETO, J.T. **Manual de compostagem: processo de baixo custo**. Viçosa –MG: UFV. Viçosa, 81p., 2007.

PIRES, C. S. **Tratamento dos resíduos orgânicos como cumprimento da política nacional de resíduos sólidos: análise dos planos municipais da bacia do alto Tietê**. 2013.

PIRES, I. C. G.; FERRÃO Gregori da Encarnação. Compostagem no Brasil sob a perspectiva da legislação ambiental. **Revista Trópica: Ciências Agrárias e Biológicas**, v. 9, n. 01, 2017. Disponível em: <https://periodicoseletronicos.ufma.br/index.php/ccaatropica/article/view/5685>. Acesso em: 11 nov. 2022.

ROSA, L. O. da; SOUSA, T. P. de; OLIVEIRA, V. F. de; CORRÊA, L. B.; CORRÊA; É. K. Valorização dos Resíduos Orgânicos do setor de hortifrutigranjeiro pelo processo de Compostagem Doméstica. **Semiones: Inovação, Desenvolvimento e Sustentabilidade**, Rio de Janeiro, v. 13, n. 2, 2019. ISSN1981-996X.

SACHS, I. **A terceira margem: em busca do ecodesenvolvimento**. Editora Companhia das Letras, 1ª Edição, 2009.

SANES, F. S. M.; STRASSBURGER, A. S.; ARAÚJO, F. B.; MEDEIROS, C. A. B. Compostagem e fermentação de resíduos de pescado para produção de fertilizantes orgânicos. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 36, n. 3, p. 1241-1252, 2015.

SANTOS, L. B.; SILVA, E. R. da. Desenvolvimento sustentável e capitalismo: uma coexistência contraditória. **Revista de História da UNIABEU**, v. 5, n. 9, 2015.

SCOTT, B. R. **The concept of capitalism**. Berlin-Heidelberg, 2019.

SILVA, A. S. F. **Avaliação do processo de compostagem com diferentes proporções de resíduos de limpeza urbana e restos de alimentos.** Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2016.

SILVA, P. R. D.; XAVIER, E. G.; PEREIRA, H. S.; PILOTTO, M. V. T. Processo de estabilização de resíduos orgânicos. Vermicompostagem versus compostagem. **Química Nova**, São Paulo, v. 36, n. 5, p. 640-645, 2013.

SIQUEIRA, H. M. de. **Transição agroecológica e sustentabilidade socioeconômica dos agricultores familiares do território do Caparaó-ES: o caso da cafeicultura.** Tese de Doutorado defendida na Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Biblioteca do café. maio, 2011.

SOARES, L. G. da C.; SALGUEIRO, A. A.; GAZINEU, M. H. P. Educação ambiental aplicada aos resíduos sólidos na cidade de Olinda, Pernambuco– um estudo de caso. **Revista Ciências & Tecnologia**. Ano 1, n. 1., 2007.

SOUZA, M. Ação da poluição nos sistemas ambientais. In: SOUZA, M. N. (Org.) **Tópicos em recuperação de áreas degradadas**. Vol. IV. – Canoas, RS: Mérida Publishers. p. 26-68. 2022. DOI: <https://doi.org/10.4322/mp.978-65-84548-10-7>.

SOUZA, M. N. Recuperação ambiental ou recuperação de áreas degradadas: conceitos e procedimentos. p. 11-57. In: SOUZA, M. N. **Tópicos em recuperação de áreas degradadas**. VOL. I. CANOAS: Mérida Publishers, 2021.133 p.

VALENTE, B. S.; XAVIER, E. G.; MORSELLI, T. B. G. A.; JAHNKE, D. S.; BRUM JR., B. de. S.; CABRERA, B. R.; MORAES, P. de. O.; LOPES, D. C. N. Fatores que afetam o desenvolvimento da compostagem de resíduos orgânicos. **Archivos de Zootecnia**, v. 5, p. 59-85, 2009.

VICH, D. V. ; MIYAMOTO, H. P.; QUIROZ, L. M.; ZANTA, V. M. Household food-waste composting using a small-scale composter. **Ambiente & Água**, Taubaté, v. 12, n. 5, 2017.

VIEIRA, L. K.; BEN, G. V. O Futuro Do Acordo Mercosul-União Europeia Sob A Ótica Do Desenvolvimento Sustentável: Uma Análise A Partir Do Cumprimento, Pelo Brasil, Das Metas Do Acordo De Paris. **Veredas do Direito: Direito Ambiental e Desenvolvimento Sustentável**, Belo Horizonte, v. 18, n. 42, p. 361-393, 2021.

WEBER, J.; SILVA, T. N. da. A Produção orgânica no Brasil sob a ótica do desenvolvimento sustentável. **Revista Desenvolvimento em Questão**. v. 16, n. 45, p. 164-184, 2021. Editora Unijuí. ISSN: 2237-6453. <http://dx.doi.org/10.21527/2237-6453.2020.54.164-184>

YAVORSKI, R.; LEMES, M.; BORINO, S. Compostagem na escola: um caminho para a sustentabilidade. **Anais...** Simpósio sobre reforma agrária e questões rurais da Uniara, 2016.