



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS

ESTELA APARECIDA MASCARENHAS DA SILVEIRA
MARIA EDUARDA JESUS ALMEIDA

Promovendo a compostagem com microrganismos eficientes através da proposição de um Procedimento Operacional Padrão a ser aplicado em uma escola no Distrito Federal.

Brasília - DF

Julho de 2023

ESTELA APARECIDA MASCARENHAS DA SILVEIRA
MARIA EDUARDA JESUS ALMEIDA

Promovendo a compostagem com microrganismos eficientes através da proposição de um Procedimento Operacional Padrão a ser aplicado em uma escola no Distrito Federal.

Trabalho de conclusão de curso apresentado à Universidade de Brasília como requisito final para obtenção de título de bacharel em Ciências Ambientais.

Professora orientadora: Fernanda Vasconcelos de Almeida.

Brasília - DF

Julho de 2023.

ESTELA APARECIDA MASCARENHAS DA SILVEIRA
MARIA EDUARDA JESUS ALMEIDA

Promovendo a compostagem com microrganismos eficientes através da proposição de um Procedimento Operacional Padrão a ser aplicado em uma escola no Distrito Federal.

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Universidade de Brasília – UnB,
como requisito para a obtenção do grau de
Bacharel em Ciências Ambientais.

BANCA EXAMINADORA

Aprovado em ____ de _____ de ____.

Prof. Dr^a. Fernanda Vasconcelos de Almeida
Instituto de Química
Orientadora

Prof. Dr^a. Cristiane Gomes Barreto
Centro de Desenvolvimento Sustentável
Avaliadora

AGRADECIMENTOS

Agradecemos às nossas famílias, por nos acompanharem nessa jornada até aqui e pelo apoio constante durante a graduação e no desenvolvimento deste trabalho.

Aos nossos amigos, que nos acompanham durante nossas vidas, por estarem sempre dispostos a ouvir e nos motivar a vencer os desafios encontrados nesta fase.

Aos professores de Ciências Ambientais da Universidade de Brasília, por apresentarem novas perspectivas, incentivarem a pensar além de conceitos rasos e promoverem sempre conhecimento interdisciplinar.

A professora Fernanda Vasconcelos de Almeida, por aceitar orientar este trabalho de forma atenciosa, realista e bem humorada, nos ajudando a realizá-lo da melhor forma possível.

Ao professor Léo do Centro Educacional Agroubano Ipê (CAUB 1, DF), por ser exemplo de educador ambiental e que, além de promover a sustentabilidade de forma constante aos seus alunos, nos trouxe grande inspiração na realização deste trabalho de conclusão de curso.

E em especial a avó Maria das Graças que quando em vida sempre foi grande motivadora da realização da graduação.

“Comece fazendo o que é necessário, depois o que é possível, e de repente você estará fazendo o impossível.”

(São Francisco de Assis)

RESUMO

O cenário atual de geração de resíduos sólidos no Distrito Federal, conta com 48,34 % da sua composição como sendo apenas de resíduos orgânicos. Esse resíduo, quando separado incorretamente, perde sua capacidade de reaproveitamento no ciclo ecológico e econômico. As leis Nacionais e Distritais já demonstram preocupação em reverter esse cenário de desperdício, fato que pode ser observado respectivamente na exposição das leis Nº 12.305 (PNRS) e Nº 6.518 (Lei Distrital). Classificada como a destinação final ambientalmente adequada a fim de minimizar impactos ambientais, a compostagem já se tornou a forma de tratamento biológico obrigatória para os resíduos orgânicos do DF. O presente trabalho propõe o uso de um Procedimento Operacional Padrão (POP) como um instrumento de Educação Ambiental para a garantia do funcionamento das composteiras com uso de Microrganismos Eficientes na Escola Classe Beija-flor (Asa Norte, DF), considerando a constante alternância da equipe responsável. A pesquisa é de carácter exploratório, com revisão de dados secundários e análise bibliográfica de mídias como artigos, livros e revistas. Para o alcance do seu objetivo, o trabalho foi dividido em quatro estágios: pesquisa bibliográfica, produção do inoculante, visitas técnicas à escola e produção do POP. O POP demonstra potencial para ser utilizado em outras escolas do Distrito Federal que apresentarem o interesse em trabalhar com a metodologia da compostagem como importante parte da estrutura de Educação Ambiental.

Palavras-chave: compostagem, microrganismos eficientes, procedimento operacional padrão, educação ambiental.

ABSTRACT

Given the current scenario of solid waste generation in the Federal District, 48.34 % of its composition is organic. This organic residue, when separated incorrectly, loses its ability to be reused in the ecological and economic cycle. National and District laws are already concerned about reversing this wasteful scenario, a fact that can be observed respectively in the exposition of laws N° 12.305 (PNRS) and N° 6.518 (Distrital Law). Classified as the environmentally appropriate final destination in order to minimize environmental impacts, composting has already become the mandatory form of biological treatment for organic waste in DF. The present work proposes the use of a Standard Operating Procedure (SOP) as an Environmental Education instrument to guarantee the functioning of the composters using Efficient Microorganisms from Escola Classe Beija-flor (Asa Norte, DF) considering the constant change of the responsible team. The research is exploratory in nature, with a review of secondary data and bibliographical analysis of media such as articles, books and magazines. In order to reach its objective, the work was divided into four stages: bibliographic research, production of the inoculant, technical visits to the school and SOP writing. SOP demonstrates the potential to be used in other schools in the Federal District that are interested in working with the composting methodology as an important part of structuring Environmental Education.

Keywords: composting, efficient microorganisms, standard operating procedure, environmental education.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	11
2. OBJETIVO.....	13
2.1 OBJETIVO GERAL.....	13
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	13
3. JUSTIFICATIVA.....	14
4. INTRODUZINDO CONCEITOS.....	15
4.1 LEGISLAÇÕES PERTINENTES.....	15
4.2. GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS.....	18
4.3. ATERROS SANITÁRIOS.....	21
4.4. POLÍTICA DO LIXO ZERO NO DISTRITO FEDERAL.....	24
4.5 COMPOSTAGEM.....	26
4.6. MICRORGANISMOS EFICIENTES NA COMPOSTAGEM.....	29
4.7 PROCEDIMENTO OPERACIONAL PADRÃO (POP).....	32
5. METODOLOGIA.....	33
5.1 ATIVIDADES DE PESQUISA.....	33
5.2 ATIVIDADE PRÁTICA.....	33
5.3 VISITAS TÉCNICAS AO LOCAL DA PRÁTICA DE EXTENSÃO.....	33
5.4 ELABORAÇÃO DO PROCEDIMENTO OPERACIONAL PADRÃO.....	33
6. DISCUSSÃO E RESULTADOS.....	34
6.1 SÍNTESE DE MICRORGANISMOS EFICIENTES:.....	34
6.2 ATIVIDADES NA ESCOLA CLASSE BEIJA-FLOR.....	36
7. CONCLUSÃO.....	38
ANEXO A.....	43

LISTA DE FIGURAS

- Figura 01:** Estrutura e perfil de um aterro
- Figura 02:** Ponto de entrega voluntária (Ecoponto)
- Figura 03:** Ciclo natural da compostagem
- Figura 04:** Composteira doméstica
- Figura 05:** Amostras de porção de arroz colonizado com as cores correspondentes à presença de microrganismos eficientes
- Figura 06:** Fluxograma das etapas realizadas para a captura dos microrganismos eficientes
- Figura 07:** Espaços (A), (B) e (C) na Escola Classe Beija-Flor para a realização de compostagem em método leira
- Figura 08:** Composteiras domésticas da Escola Classe Beija-Flor

LISTA DE TABELAS E GRÁFICOS

Tabela 01: Processos de transformações utilizados para o gerenciamento de resíduos sólidos domiciliares.

Gráfico 01: Média de materiais na coleta convencional no DF

Gráfico 02: Tonelada de resíduo orgânico descartado como lixo domiciliar

Gráfico 03: Fases da compostagem

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABRELPE	Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais
ABRETE	Associação Brasileira de Empresas de Tratamento de Resíduos e Efluentes
ASB	Aterro Sanitário de Brasília
DF	Distrito Federal
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
EA	Educação Ambiental
EM	Microrganismos Eficientes
MMA	Ministério do Meio Ambiente
NBR	Norma Brasileira Regulamentadora
ONU	Organização das Nações Unidas
PDGIRS	Plano Distrital de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos
PNEA	Política Nacional de Educação Ambiental
PNRS	Política Nacional de Resíduos Sólidos
POP	Procedimento Operacional Padrão
SLU	Serviço de Limpeza Urbana

1. INTRODUÇÃO

De acordo com dados da Organização das Nações Unidas (ONU) e do Banco Mundial, no ano de 2014, 7 bilhões de seres humanos produziam anualmente 1,4 bilhões de toneladas de resíduos sólidos urbanos, enquanto que em 2018, o volume produzido de resíduo alcançou 2,1 bilhões de toneladas, segundo o livro *What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050*. (KAZA et al., 2018).

No Brasil, em 2022, foram produzidas 81,8 milhões de toneladas de resíduo, o que corresponde a 224 mil toneladas diárias. Com isso, cada brasileiro produziu, em média, 1,043 kg por dia. (ABRELPE, 2022).

Segundo o Plano Distrital de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos do Distrito Federal (PDGIRS), os orgânicos compõem 48,34 % dos resíduos sólidos gerados pela população (PDGIRS, 2018).

Para o Distrito Federal, com uma população estimada de 3.094.325 milhões em 2021, foram coletadas 729.082,72 toneladas de resíduos domiciliares, segundo o relatório do SLU (Serviço de Limpeza Urbana do Distrito Federal) deste mesmo ano. No mesmo relatório, a quantidade de composto orgânico produzido nas instalações do SLU foi de 63.119,66 toneladas. (SLU, 2021).

A partir da referência Distrital, é possível observar quão pouco é o aproveitamento do resíduo orgânico para produção de composto. É provável que a separação inadequada desses resíduos, ainda nas residências, seja uma das causas deste baixo aproveitamento. O resíduo orgânico misturado com outros tipos de resíduos não pode ser aproveitado para a compostagem e deve ser direcionado para os aterros sanitários.

O Aterro Sanitário, segundo Campos e Braga (apud PEREIRA e MAIA, 2012) mesmo sendo uma modalidade de destinação adequada, do ponto de vista sanitário e ambiental, ainda deve ser analisado quando o assunto é destinação final, pois há muitos pontos negativos a serem considerados:

1º) Provocam impactos ambientais; 2º) Ocupam grandes áreas, cada vez mais escassas nos conglomerados urbanos; 3º) Não contribuem para a criação de uma cultura ambiental de redução da geração de resíduos; 4º) Materiais destinados em aterros não voltam para o circuito do reaproveitamento, o que configura como enorme desperdício de matérias primas (PEREIRA e MAIA, 2012).

A partir destes pontos, qualquer intervenção na gestão desses resíduos, buscando desviá-los do aterro, pode contribuir para o aumento da vida útil dos mesmos (PEREIRA e

MAIA, 2012) que segundo a NBR N° 13896/1997 da ABNT (Associação Brasileira de normas Técnicas) é de no mínimo 10 anos (ABNT, 1997).

Tendo em vista que a prática da compostagem é uma alternativa para o descarte inadequado de resíduos, no Distrito Federal (DF), a atividade foi regulamentada pela Lei nº 6.518, de 12 de março de 2020, que institui, em seu artigo primeiro, a obrigatoriedade da destinação ambientalmente adequada de resíduos orgânicos por meio dos processos de compostagem ou outro tratamento biológico.

Alvo de colaboração com a pesquisa, a Escola Classe Beija-flor, unidade educacional localizada na Superquadra Norte 316, Asa Norte, Brasília, contém em sua estrutura curricular a ferramenta de ensino de Educação Ambiental, com atitudes e hábitos voltados à redução do uso de materiais plásticos, incentivo à separação de resíduos e prática da compostagem. A partir das atividades já realizadas na escola, viu-se um potencial de cooperação com este trabalho. Sua equipe docente já tem experiência com o uso da metodologia de compostagem, demonstrando assim uma maior viabilidade para receber as atividades deste projeto.

A Educação Ambiental (EA) é fundamental e deveria ser um processo de aprendizagem definitivo no ensino escolar, pois valoriza diversas formas de conhecimento, constrói cidadãos com consciência local e planetária, o que contribui na qualidade de vida dos que participam tanto diretamente quanto indiretamente dessa forma de ensino nas escolas. (JACOBI, 2003.) A formação de um senso crítico acerca da degradação ambiental pode começar na escola incentivada pela EA e progredir para um nível social de cidades, países, continentes e mundo. (DIAS apud MOTHÉ et al., 2020)

A proposta de colaboração com a escola é através da elaboração de um Procedimento Operacional Padrão (POP). Este funcionará como guia para os coordenadores e professores atuarem na manutenção de suas composteiras introduzindo a elas microrganismos eficientes com o objetivo de aumentar a biodiversidade ativa no processo de compostagem.

O POP consiste em padronizar a execução do método (seja qual for) e minimizar desvios que possam ocorrer na ausência de uma pessoa treinada e responsável por exercer a função, sendo um ótimo instrumento para gerência de qualidade. Esse documento deve ser detalhado, como um guia de instruções para o procedimento, e também deve conter uma linguagem simples e objetiva, podendo apresentar imagens, figuras e fluxogramas (DUARTE, 2005).

2. OBJETIVO

2.1 OBJETIVO GERAL

- Facilitar a implantação e manutenção da técnica de compostagem com o uso de microrganismos eficientes em escolas públicas do Distrito Federal.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Utilizar a compostagem como um instrumento de Educação Ambiental a fim de promover o reaproveitamento de resíduos orgânicos gerados na escola.
- Colaborar com os funcionários da escola na reativação e manutenção da atividade de compostagem na Escola Classe Beija-flor.
- Confeccionar o Procedimento Operacional Padrão de manutenção das composteiras da Escola Beija-Flor.

3. JUSTIFICATIVA

Através de uma experiência de estágio voluntário realizado pela aluna Estela Mascarenhas no SLU em 2021, a aluna teve contato com o uso de microrganismos eficientes (do inglês, EM) em composteiras e hortas na Escola Agroubano Ipê, no CAUB I, Riacho Fundo II. Daí surgiu a inspiração de realizar trabalho semelhante numa escola pública no DF, iniciando desde a síntese dos EM até sua aplicação em composteiras. O fato da aluna Maria Eduarda Jesus trabalhar no SLU também instigou seu interesse em fazer um Trabalho de Conclusão de Curso no tema.

Esta pesquisa, portanto, parte de reflexões acerca da coleta seletiva e da destinação correta de resíduos e tem como ponto principal a criação de um Procedimento Operacional Padrão para a utilização mais efetiva de métodos de compostagem. Dentre as motivações para a elaboração deste procedimento, estão a possibilidade de propagar a educação ambiental e a compostagem para os alunos da escola e trazer perenidade às práticas, a fim de demonstrar alternativas sustentáveis para hábitos comuns.

4. REFERENCIAL TEÓRICO

São apresentadas primeiramente legislações fundamentais para a compreensão do texto, algumas informações acerca de aterro sanitário, sua regulamentação de instalação pela ABNT e os quantitativos de resíduos descartados no Brasil e no Distrito Federal. Em seguida, é apresentada a técnica da compostagem e de que forma os microrganismos eficientes aceleram esse processo. Posteriormente, o Procedimento Operacional Padrão é apresentado como um instrumento para o alcance do objetivo geral do trabalho em reativar as composteiras da Escola Classe Beija-flor.

4.1 LEGISLAÇÕES PERTINENTES

São apresentados a seguir os aspectos legais considerados pertinentes para a discussão dos temas centrais deste trabalho: (1) aterro sanitário; (2) compostagem e (3) educação ambiental.

4.1.1 Aterro Sanitário (Lei N° 5.610 e Lei N° 12.305 - PNRS)

A redução de muitos problemas e impactos ambientais se deve a medidas legislativas que vêm sendo tomadas ao longo dos anos no Brasil. A implementação da obrigatoriedade de medidas de responsabilização, como a lei dos grandes geradores, N° 5.610 de 18 de fevereiro de 2016, que estabelece “encaminhar para a disposição final em aterro sanitário os resíduos não passíveis de reciclagem”, é um exemplo. Contudo, a lei que tem um papel chave na contenção de impactos ambientais é a N° 12.305 de 2010, referente a Política Nacional de Resíduos Sólidos.

Foi por meio desta Lei que houve a instituição de aterros sanitários, como sendo a “disposição final ambientalmente adequada” para a distribuição ordenada de rejeitos. Desde que “observando normas operacionais específicas de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança e a minimizar os impactos ambientais adversos” (BRASIL. LEI N° 12.305).

4.1.2. Compostagem (Lei N° 12.305 - PNRS e Lei Distrital N° 6.518)

Sancionada em agosto de 2010, a PNRS define, em seu artigo 3º, a compostagem de resíduos orgânicos como sendo a destinação final ambientalmente adequada com o intuito de minimizar impactos ambientais.

Art. 3, inciso VII - destinação final ambientalmente adequada: destinação de resíduos que inclui a reutilização, a reciclagem, **a compostagem**, a recuperação e o

aproveitamento energético ou outras destinações admitidas pelos órgãos competentes do Sisnama, do SNVS e do Suasa, entre elas a disposição final, observando normas operacionais específicas de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança e a minimizar os impactos ambientais adversos. (grifo nosso) (BRASIL. LEI Nº 12.305).

A Lei Nº 6.518, de 12 de março de 2020, institui, em seu artigo 1º, a obrigatoriedade da destinação ambientalmente adequada de resíduos orgânicos a nível do Distrito Federal. A saber:

Art. 1º- Fica instituída, no Distrito Federal, a obrigatoriedade da destinação ambientalmente adequada de resíduos orgânicos por meio dos processos de compostagem ou outro tratamento biológico.

Parágrafo único. Estão sujeitas à observância desta Lei as pessoas jurídicas de direito público ou privado responsáveis, direta ou indiretamente, pela geração de resíduos sólidos e as que desenvolvam ações relacionadas à gestão integrada ou ao gerenciamento de resíduos sólidos. (DISTRITO FEDERAL. LEI Nº 6.518, Art 1º)

Essa lei autoriza o envio dos resíduos orgânicos aos aterros sanitários ou incineração dos resíduos sólidos orgânicos somente em casos extremos, como por exemplo quando se tratar de calamidade pública. Também prevê, em rol taxativo, as demais situações previstas no artigo 2º da Lei nº 6.518. A seguir:

Art. 2º- Fica vedada, por força desta Lei, a destinação aos aterros sanitários e à incineração dos resíduos sólidos orgânicos no Distrito Federal, exceto nos seguintes casos:

I – calamidade pública;

II – decreto do Poder Executivo declarando estado de emergência;

III – paralisação dos trabalhadores da autarquia Serviço de Limpeza Urbana – SLU superior a 3 dias. (DISTRITO FEDERAL. LEI Nº 6.518).

Ainda assim, o rol apresentado aplica-se tão somente nas seguintes condições expostas no artigo 4º da mesma Lei. Nestes termos:

Art. 4º- A vedação de destinação aos aterros sanitários a que se refere o caput do art. 2º deve ser aplicada para pessoas jurídicas de direito público, pessoas jurídicas de direito privado e condomínios residenciais ou comerciais de acordo com o seguinte cronograma:

I – até 5 de junho de 2021, 25 % dos resíduos orgânicos devem ser obrigatoriamente destinados ao tratamento por processos biológicos;

II – até 5 de junho de 2022, 50 % dos resíduos orgânicos devem ser obrigatoriamente destinados ao tratamento por processos biológico

III – até 5 de junho de 2023, 75% dos resíduos orgânicos devem ser obrigatoriamente destinados ao tratamento por processos biológicos;

IV – até 5 de junho de 2024, 100 % dos resíduos orgânicos devem ser obrigatoriamente destinados ao tratamento por processos biológicos.

Parágrafo único. A vedação à incineração de que trata o art. 2º é integralmente implementada a partir da publicação desta Lei. (DISTRITO FEDERAL. LEI Nº 6.518).

Fica notória a preocupação Distrital com relação ao direcionamento adequado dos resíduos orgânicos, ainda que em ambientes com maior facilidade de separação do resíduo, principalmente ao apontar que 75 % desses resíduos orgânicos devem ser destinados ao tratamento por processo biológico. Isso já é determinado desde 05 de junho de 2023. Sem contar com a previsão de 100 % de aproveitamento para o ano de 2024.

Não o bastante, em seu artigo 7º, determina as formas de aproveitamento dos mesmos, bem como estabelece formas de incentivo e observâncias das políticas adotadas. No que tange os incisos IV, V e VII, por exemplo, podem ser utilizados para justificar o incentivo à prática de compostagem com o uso de microrganismos eficientes na escola beija-flor:

Art. 7º- Ficam definidas as seguintes diretrizes para tratamento de resíduos orgânicos:

IV – adoção de estratégias variadas para destinação adequada dos resíduos sólidos orgânicos do Distrito Federal;

V – estímulo de iniciativas comunitárias e de associações e cooperativas na gestão de resíduos sólidos orgânicos;

VII – incentivo à compostagem doméstica e descentralizada, preferencialmente por meio de gestão comunitária. (grifo nosso) (DISTRITO FEDERAL. LEI Nº 6.518).

4.1.3 Educação ambiental (Lei Nº 9.795 - Política Nacional de Educação Ambiental)

Uma parte importante da implementação do projeto na escola envolve a utilização de uma composteira como um instrumento de Educação Ambiental para propiciar a discussão da importância de práticas de tratamento de resíduos na comunidade escolar.

Para isso, utiliza-se como base a Lei Nº 9.795 de 27 de abril de 1999, que dispõe sobre a Política Nacional de Educação Ambiental (PNEA).

A Educação Ambiental (EA) em definição simplificada descrita no Capítulo I, artigo 1º da Lei em questão, é entendida como:

Art. 1º - Entendem-se por educação ambiental os processos por meio dos quais o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente, bem de uso comum do povo, essencial à sadia qualidade de vida e sua sustentabilidade.

Dispõe em seu artigo 4º também sobre princípios básicos que regem a educação ambiental. Valendo apresentar na íntegra o rol destes e o grifo nosso nos que fizeram papel importantíssimo para a elaboração deste projeto. É o que segue:

Art. 4º- São princípios básicos da educação ambiental:

I - o enfoque humanista, holístico, democrático e participativo;

II - a concepção do meio ambiente em sua totalidade, considerando a interdependência entre o meio natural, o socioeconômico e o cultural, sob o enfoque da sustentabilidade;

IV - a vinculação entre a ética, a educação, o trabalho e as práticas sociais;

VII - a abordagem articulada das questões ambientais locais, regionais, nacionais e globais. (grifo nosso) (BRASIL. Lei 9.795).

Já no artigo 5º, da mesma Lei, estão listados os seus objetivos fundamentais, os quais tornam-se extremamente relevantes para maior compreensão acerca da Educação Ambiental. São eles:

Art. 5º - São objetivos fundamentais da educação ambiental:

I - o desenvolvimento de uma compreensão integrada do meio ambiente em suas múltiplas e complexas relações, envolvendo aspectos ecológicos, psicológicos, legais, políticos, sociais, econômicos, científicos, culturais e éticos;

IV - o incentivo à participação individual e coletiva, permanente e responsável, na preservação do equilíbrio do meio ambiente, entendendo-se a defesa da qualidade ambiental como um valor inseparável do exercício da cidadania;

V - o estímulo à cooperação entre as diversas regiões do País, em níveis micro e macrorregionais, com vistas à construção de uma sociedade ambientalmente equilibrada, fundada nos princípios da liberdade, igualdade, solidariedade, democracia, justiça social, responsabilidade e sustentabilidade. (grifo nosso) (BRASIL. Lei 9.795)

As legislações citadas contribuem para uma melhor interpretação acerca dos temas desse trabalho. Elas fornecem um ponto de partida sobre a necessidade da compostagem e a que nível o Estado se encontra nessa forma de tratamento biológico, mostrando a viabilidade no cenário educacional e a importância da metodologia extensionista proposta.

4.2. GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS

Segundo a ABNT (NBR 10004) os resíduos sólidos são:

Resíduos nos estados sólidos e semi-sólidos que resultam de atividades da comunidade, de origem: industrial, doméstica, de serviços de saúde, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Consideram-se também resíduos sólidos 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 o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpo d'água, ou exijam para isso soluções técnicas e economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível. (ABNT, 1987).

Segundo Schalch et al. (2002) esses resíduos são classificados segundo sua origem em: (1) Urbano; (2) Industriais; (3) de serviços de saúde; (4) resíduos de portos e aeroportos;

(5) resíduos agrícolas; (6) entulho e (7) resíduos radioativos. Os resíduos das residências e escolas se enquadram em resíduos urbanos domiciliares.

Segundo a PNRS no seu capítulo 2º, artigo 3º, inciso X, gerenciamento de resíduos sólido significa:

Art. 3º- Para os efeitos desta Lei, entende-se por:

X - gerenciamento de resíduos sólidos: conjunto de ações exercidas, direta ou indiretamente, nas etapas de **coleta, transporte, transbordo, tratamento e destinação final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos**, de acordo com plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos ou com plano de gerenciamento de resíduos sólidos, exigidos na forma desta Lei; (grifo nosso) (BRASIL. LEI Nº 12.305).

O gerenciamento dos resíduos sólidos é multifatorial, englobando a forma de geração, acondicionamento na fonte geradora, coleta, transporte, processamento, recuperação e disposição final. É consenso entre os especialistas a necessidade de um sistema de manejo adequado dos resíduos, pois, se feito de forma inadequada, promove a continuidade da desigualdade social, agrava a degradação ambiental, compromete a qualidade de vida e ameaça a saúde pública. (SCHALCH et al., 2002).

A importância do sistema de gerenciamento deve ser analisada quanto à correlação com a economia do Estado, o urbanismo, os aspectos sociais, além da participação efetiva dos diversos setores organizados da sociedade.

A disposição incorreta dos resíduos sólidos domiciliares leva a graves consequências ambientais que em sua maioria são irreversíveis: contaminação do ar, solo, de águas superficiais como rios e córregos, e de águas subterrâneas como os aquíferos. Também leva à criação de novos focos de organismos patogênicos com graves impactos sociais e de saúde pública. (SCHALCH et al., 2002)

A disposição de resíduos sem nenhum controle ainda é o caso de vários municípios. A destinação de resíduos de 5.570 municípios do Brasil foi mapeada em 2020 pela ABETRE (Associação Brasileira de Empresas de Tratamento de Resíduos e Efluentes) que constatou que 2.700 cidades ainda descartam os seus resíduos incorretamente em locais como lixões ou aterros controlados. Os aterros controlados, diferentemente dos aterros sanitários, não apresentam a correta impermeabilização do solo. (Agência Brasil, 2020.)

No caso do Distrito Federal, o Aterro Sanitário foi implementado apenas no ano de 2017 para substituir o Lixão da cidade estrutural, que já foi considerado o maior lixão da América Latina, alvo de despejo de resíduos desde a inauguração da cidade em 1960. O Aterro Sanitário de Brasília fica localizado na Rodovia DF 180, km 16 - Proximidades da Estação de Tratamento de Esgoto - ETE Melchior - Região Administrativa de Samambaia/DF.

(EDITAL DE CONCORRÊNCIA Nº 01/2022 - SLU/DF). O aterro foi projetado para comportar 8,13 milhões de toneladas de rejeitos e com uma vida útil estimada em 13 anos.

No cenário nacional, nota-se ainda que a maioria dos municípios apresenta o circuito dos resíduos sólidos com características semelhantes da geração à disposição final, envolvendo apenas as atividades de coleta, transporte e descarte final, sem qualquer tratamento. Na maioria das vezes, esse descarte final envolve a destinação a locais que são selecionados de acordo com a distância dos centros urbanos e a disponibilidade de vias de acesso rápido, o que acaba ocasionando em descarte em áreas à céu aberto. (SCHALCH et al., 2002).

Em alguns municípios, este circuito pode incluir procedimentos diferenciados que abrangem a coleta seletiva, tratamento térmico e usinas de compostagem, entre outros, mas mesmo assim, quando ocorre, esses processos são mal planejados, dificultando a operação e tornando a vida útil desses locais curta. Os processos corretos para esse tratamento podem ser descritos pelas suas formas de transformação resumidas na Tabela 01 que contém algumas alternativas de processos de transformação para esses resíduos domiciliares. (SCHALCH et al., 2002).

Tabela 01: Processos de transformações utilizados para o gerenciamento de resíduos sólidos domiciliares.

Processo de transformação	Métodos de transformação	Principal conversão em produtos
Físico		
Separação de componentes	Manual ou mecânica	Componentes individuais encontrados nos resíduos domiciliares
Redução de volume	Aplicação de energia em forma de força ou pressão	Redução de volume do material original
Redução de tamanho	Aplicação de energia para retalhamento e moagem	Redução de tamanho dos componentes individuais
Químico		
Combustão	Oxigenação térmica	Dióxido de carbono, dióxido de enxofre, outros produtos de oxidação, cinzas
Pirólise	Destilação destrutiva	Vários gases, alcatrão e composto de carbono
Biológico		

Processo de transformação	Métodos de transformação	Principal conversão em produtos
Compostagem aeróbica	Conversão biológica aeróbica	Composto humificado usado como condicionador de solos
Digestão anaeróbica	Conversão biológica anaeróbica	Metano, dióxido de carbono, húmus

Fonte: Tchobanoglous, G., Theisen, H. and Vigil, S.A. (1993) Integrated Solid Waste Management: Engineering Principle and Management Issue. McGraw Hill Inc., New York.

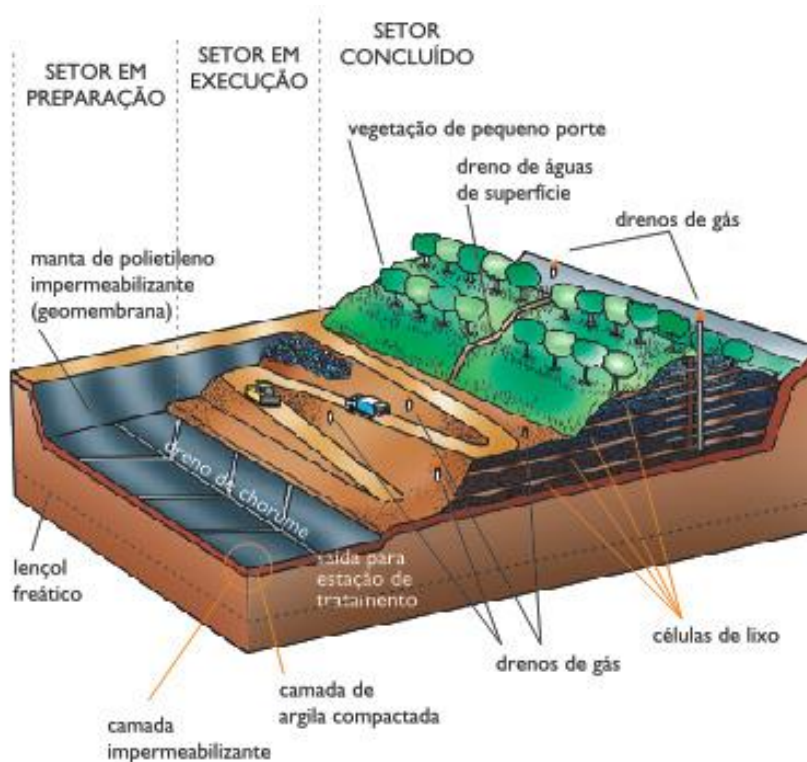
4.3. ATERROS SANITÁRIOS.

Segundo a Norma Brasileira Regulamentadora (NBR) 8419 de 1992, em seu tópico 3.2, compreende-se por aterro sanitário de resíduos sólidos urbanos:

Técnica de disposição de resíduos sólidos urbanos no solo, sem causar danos à saúde pública e à sua segurança, minimizando os impactos ambientais, método este que utiliza princípios de engenharia para confinar os resíduos sólidos à menor área possível e reduzi-los ao menor volume permissível, cobrindo-os com uma camada de terra na conclusão de cada jornada de trabalho, ou a intervalos menores, se necessário. (ABNT, 1992).

O aterro sanitário é a forma mais econômica e ambientalmente segura de descartar os resíduos sólidos urbanos (KEMERICH et al., 2014). Toda a construção de um aterro deve seguir as normas da ABNT, sendo elas: localização, considerando a existência de aquíferos; exigência de estudos hidrogeológicos; disposição de camada impermeável de argila entre 0,6 e 1,5 metros de espessura e recobrimento de 0,1 a 0,3 metros de material compacto; normas para o recebimento e descartes de resíduos (considerando seu material, origem e composição); e a necessidade de dreno para diminuir a entrada de água em períodos de chuvas conforme pode ser observado na Figura 01. (KEMERICH et al., 2014).

Figura 01: Estrutura e perfil de um aterro.



Fonte: Transportes locações, 2013.

(<http://transporteslocacoes.com.br/blog/aterro-sanitario/>)

Porém, mesmo com todos esses cuidados, apenas a disposição de resíduos no aterro gera a poluição do ar por meio da produção de gases contaminantes (por exemplo CH_4 proveniente da degradação anaeróbica da matéria orgânica). A disposição de resíduos sem os devidos cuidados pode gerar:

A proliferação de agentes patogênicos, poluição do solo, do ar e de recursos hídricos através da migração dos elementos constituintes do chorume e de gases produzidos através do processo de degradação da matéria orgânica desses depósitos. (TARTARI, v. 6, n. 6, 2005).

Segundo Campos e Braga (apud PEREIRA e MAIA 2012.) mesmo sendo uma modalidade de destinação adequada do ponto de vista sanitário e ambiental, ainda há muitos pontos negativos a serem considerados:

1º) Provocam impactos ambientais; 2º) Ocupam grandes áreas, cada vez mais escassas nos conglomerados urbanos; 3º) Não contribuem para a criação de uma cultura ambiental de redução da geração de resíduos; 4º) Materiais destinados em aterros não voltam para o circuito do reaproveitamento, o que configura como enorme desperdício de matérias primas. (PEREIRA e MAIA, 2012).

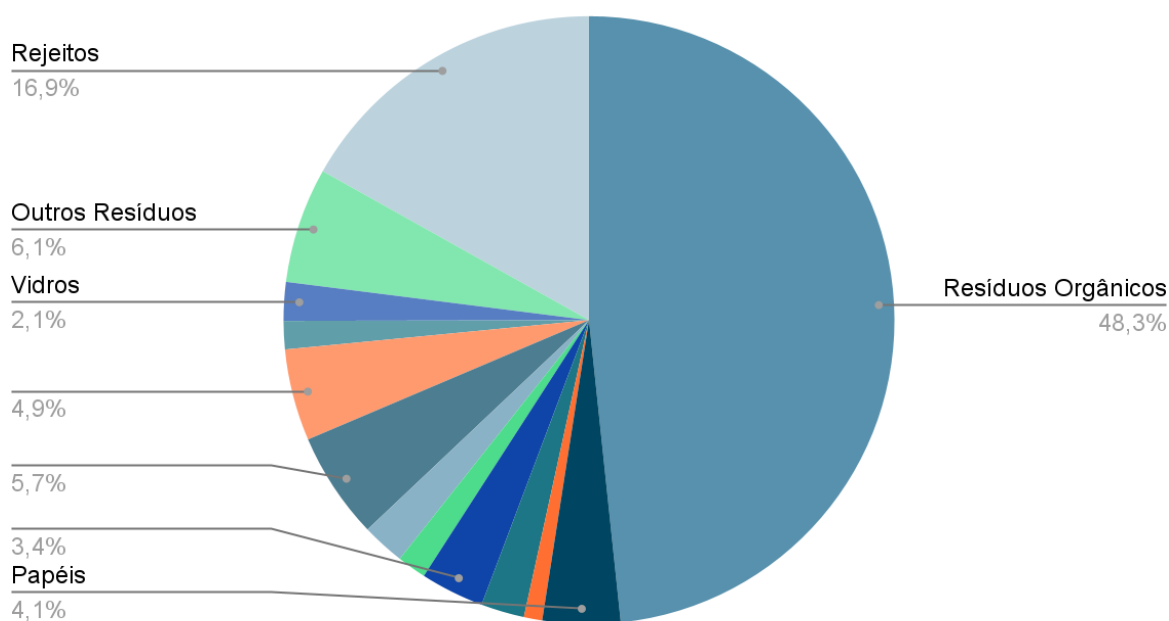
Segundo informações divulgadas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2000) Os resíduos sólidos domiciliares coletados no Brasil, contam em sua composição com o peso superior a 50 % em matéria orgânica.

Dados do relatório de 2021 da Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE, 2021 - Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil) mostram que no Brasil são produzidas 37 milhões de toneladas de resíduo orgânico por ano.

No ano de 2022 somente o Brasil produziu 81,8 milhões de toneladas de lixo. “O que corresponde a 224 mil toneladas diárias. Com isso, cada brasileiro produziu, em média, 1.043 kg de resíduos por dia” (ABRELPE, 2022 - Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil).

Segundo o PDGIRS (2018), os resíduos orgânicos compõem 48,34 % dos resíduos sólidos gerados pela população. Conforme pode ser observado pelos dados apresentados no Gráfico 01, que contém a classificação dos resíduos coletados pelo serviço de coleta convencional.

Gráfico 01: Média de materiais na coleta convencional no DF.



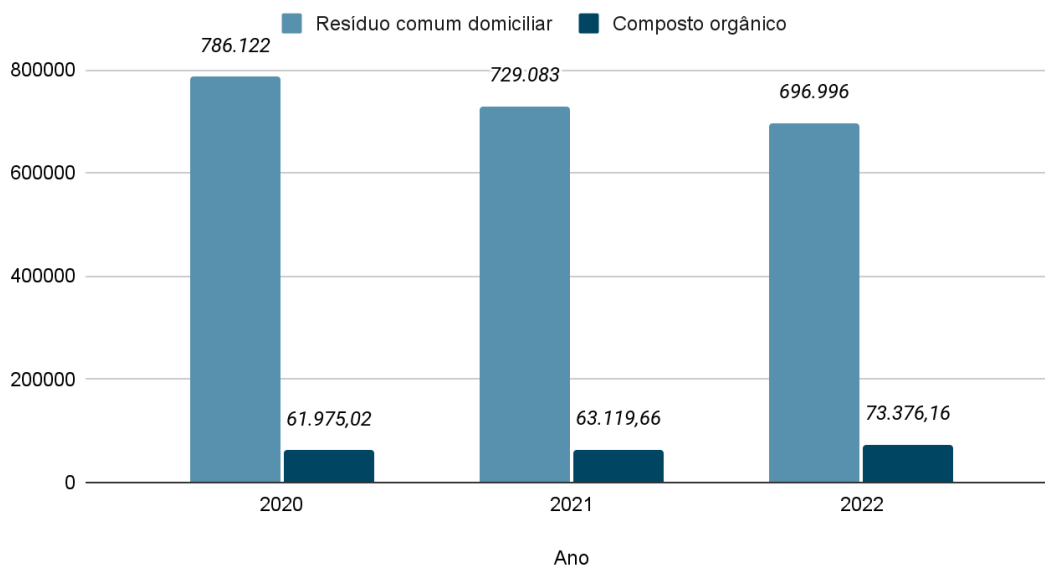
Fonte: PDGIRS, 2018.

Segundo os relatórios publicados anualmente pelo Serviço de Limpeza Urbana do Distrito Federal (SLU) autarquia do Governo do Distrito Federal responsável pela gestão e manejo dos resíduos sólidos gerados pelo Estado, foram coletados no ano de 2020, 2021 e 2022, respectivamente, 786.122,00, 729.082,72 e 696.995,94 mil toneladas de resíduos domiciliares. (SLU, 2022).

Desse quantitativo pôde ser produzido de composto orgânico 61.975,02 toneladas no ano de 2020, 63.119,66 em 2021 e em 2022, 73.376,16 toneladas.

Partindo da informação publicada pelo IBGE e pela quantidade de resíduos orgânicos divulgados pelo SLU, é possível observar a pouca quantidade de orgânico que pode ser aproveitada e corretamente destinada, quando esse tipo de resíduo é descartado sem separação e juntamente com os resíduos indiferenciados.

Gráfico 02: Tonelada de resíduo orgânico descartado como lixo domiciliar.



Fonte: Elaborada pelas autoras conforme dados publicados pelo SLU, 2022.

4.4. POLÍTICA DO LIXO ZERO NO DISTRITO FEDERAL.

A partir da Lei nº 6.982, de 29 de novembro de 2021 foi instituída no Distrito Federal a Política Pública Brasília Lixo Zero, Arquitetura Sustentável e Energia Renovável, que propõe o desenvolvimento de estratégias para conscientização dos cidadãos a respeito do descarte de seus resíduos, abrindo mais caminhos para os 3 R's da sustentabilidade (Reduzir, Reutilizar e Reciclar). A lei ainda coordena e abrange medidas a respeito da coleta seletiva nas regiões administrativas e busca estabelecer acordos com iniciativas privadas, a fim de aumentar os Ecopontos de coleta seletiva pelas cidades. (CLDF, 2021).

Imagem 02: Ponto de entrega voluntária (Ecoponto).



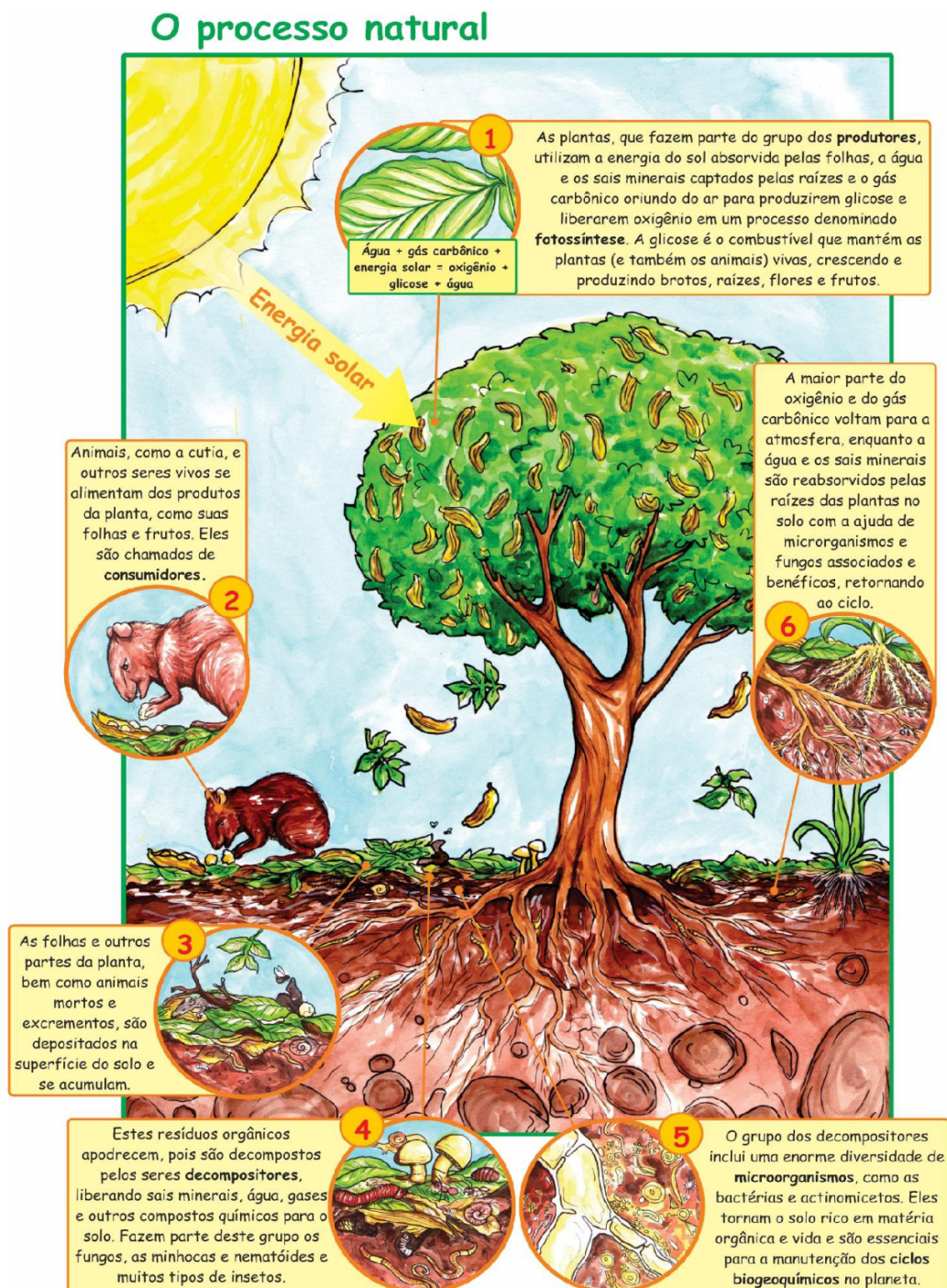
Fonte: SLU, 2023.

Dentro da política, pode-se identificar várias ferramentas de gestão adequada de resíduos e em meio a elas, a compostagem. Tendo em vista as definições na PNRS, transformar resíduos orgânicos visando a conversão dos mesmos em insumos e novos produtos é uma ação recicladora, por isso, não se deve categorizar de forma aleatória os resíduos orgânicos como rejeitos.

4.5 COMPOSTAGEM

Consiste em um processo natural (Figura 03) no qual a matéria orgânica é degradada pelo meio ambiente, sendo transformada em húmus após a ação microbiana. É considerada uma das formas de tratamento de resíduos mais antigas e eficientes. (DA SILVA et al., 2013).

Figura 03: Ciclo natural da Compostagem.



Fonte: MMA, 2017.

Os materiais utilizados na prática da compostagem podem ser divididos em classes dependendo do papel que irão exercer durante os processos de degradação da matéria orgânica.

Sem pormenorizar, dos materiais que são inseridos em composteiras, os menos ricos em nitrogênio são aqueles mais secos e menos frescos, ausentes de clorofila, já que a mesma está diretamente ligada à presença do elemento. Ao se falar das concentrações dos elementos químicos para esse processo, a proporção entre Carbono e Nitrogênio é a chave para a melhor eficiência de decomposição, e é relacionada a maior multiplicação e atividade microbiana. (OLIVEIRA et al., 2008). Quando o Nitrogênio não é suficientemente abundante, não há prosperidade dos microrganismos. Por isso, a relação entre as proporções de carbono e nitrogênio ideal para que haja maior eficiência deve estar em torno de 30:1. (KIEHL, 1985).

Além das proporções, é importante que se tenha atenção na composição dos materiais que serão adicionados ao processo. Materiais não orgânicos como plásticos, vidros, rochas e tintas devem ser sempre excluídos. Gorduras e óleos não devem estar em excesso, pois segundo Oliveira et al. (2018): “ Podem libertar ácidos graxos de cadeia curta como o acético, o propiônico e o butírico os quais retardam a compostagem e prejudicam o composto”. Com relação a ossos, o ideal é que estejam sempre moídos e sem restos de carne para que não haja atração de animais à pilha. Além disso, papéis podem ser adicionados de forma moderada e com atenção à composição dos mesmos.

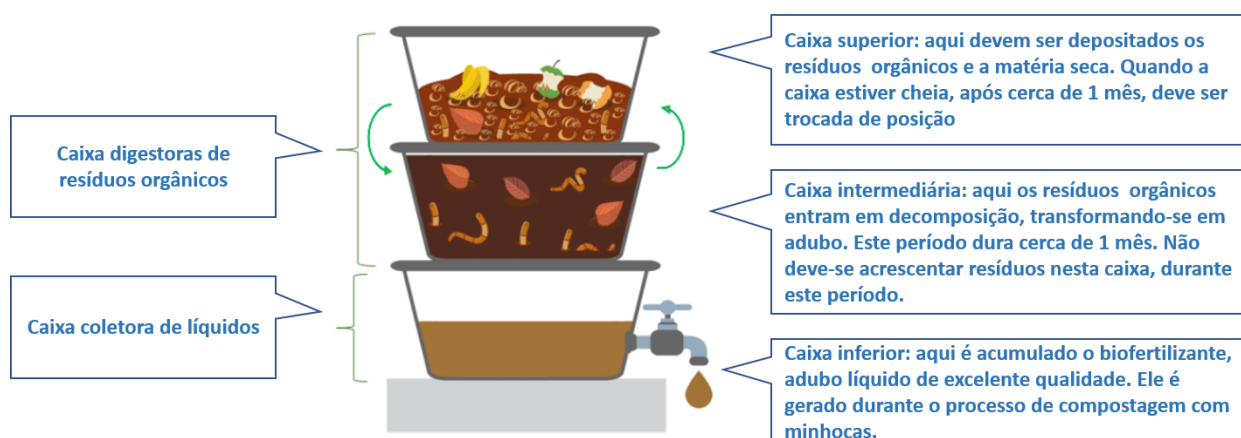
Com o passar dos anos o método de compostagem foi sendo otimizado. Dentre os métodos atuais utilizados, são destaque o termofílico (leiras) e a vermicompostagem (compostagem doméstica).

O método termofílico ou compostagem em leiras, é basicamente a sobreposição de camadas secas e úmidas de material. Os úmidos são normalmente resíduos orgânicos como: cascas de frutas, restos de vegetais crus e cozidos, algumas podas de plantas e borra de café. Já a parte seca pode ser folhas, pequenos galhos, serragem e palha.

Na Vermicompostagem ou compostagem doméstica, o processo não é muito diferente, porém, além da matéria seca e úmida, as minhocas vermelhas californianas (*Eisenia foetida*) são o elemento principal do processo. São elas que fazem com que este método seja conhecido por ser mais acelerado em relação ao termofílico, já que terão papel ativo na transformação dos resíduos orgânicos. Nesse método ainda há de se ter o cuidado com a seleção dos resíduos que serão introduzidos no recipiente ou local de compostagem. Não é recomendado resíduo com acidez elevada e nem produtos de origem animal, para que o ambiente de compostagem se mantenha mais propício à vida e atividade das minhocas. (AQUINO, 2005).

Normalmente a compostagem doméstica é feita em composteiras de material plástico sobrepostas, como ilustrado na Figura 04, com compartimentos separados sendo os dois superiores para deposição de material e abrigo das minhocas, já no inferior é onde se acumula líquidos resultantes do processo. Esse líquido, chamado popularmente de chorume, é um biofertilizante que pode ser utilizado para a aplicação em plantas e no solo. Para o uso deve ser diluído em água na proporção de 1 parte de biofertilizante para 10 partes de água. (SVMA, 2015).

Figura 04: Composteira Doméstica.

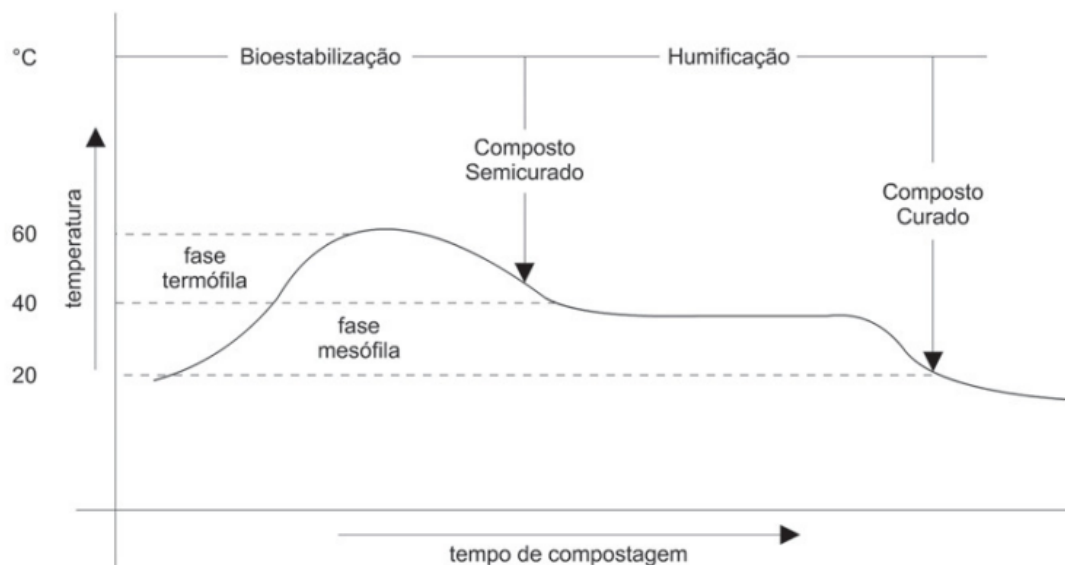


Fonte: Embrapa, 2021.

Na maioria dos métodos pode-se dizer que a compostagem é dividida em 2 processos: o primeiro é quando ocorre uma degradação ativa da matéria orgânica por diversas reações bioquímicas, e o segundo processo é quando ocorre a humificação do material, um processo no qual a matéria se torna maturada. (OLIVEIRA et al., 2008).

Dentro destes dois processos ainda há a possibilidade de fazer uma divisão de fases mais específicas de acordo com a atividade microbiana e com as temperaturas atingidas durante o exercício.

Segundo Abreu et al. (2017), a primeira das fases é a mesofílica que se caracteriza por ser de curta duração e atingir temperaturas não tão altas (até 40°C), além de ter a intensa atividade de micro-organismos e bactérias, metabolizando moléculas menos complexas e os nutrientes mais disponíveis. A segunda fase, chamada de termofílica, é a partir desta que a pilha tem temperatura elevada (até 65°C) e os micro-organismos atuantes conseguirão degradar as moléculas mais complexas presentes nesta etapa. E, por fim, chega à sua última e terceira fase, que pode ser chamada de fase de maturação, nela a atividade de degradação é reduzida juntamente com a temperatura.

Gráfico 03: Fases da compostagem.

Fonte: D'ALMEIDA e VILHENA, 2000.

Além do exposto acima, segundo Magalhães (2017), a compostagem ainda chama atenção pois redireciona os resíduos que seriam descartados em aterros sanitários de volta aos ciclos biogeoquímicos naturais. Durante a decomposição de matéria orgânica na compostagem existe apenas a formação de CO_2 (dióxido de carbono), H_2O (água) e húmus. Por ser um processo que ocorre de forma aeróbica (com presença de oxigênio) não há a formação de CH_4 (metano), gás nocivo e prejudicial ao meio ambiente, que em termos de efeito estufa é cerca de 23 vezes mais potente que o gás carbônico. (ICTR, 2004).

4.6. MICRORGANISMOS EFICIENTES NA COMPOSTAGEM.

Os Microrganismos Eficientes (EM) constituem-se de uma cultura de microrganismos como um inoculante, que tem por objetivo aumentar a diversidade microbiana do solo, e são compostos por fungos e bactérias. (ANDRADE, 2020). Os EM são formados pela comunidade de microrganismos que se encontram naturalmente na biota dos solos e plantas e quando em um substrato líquido, eles coexistem. (GOMES et al., 2021).

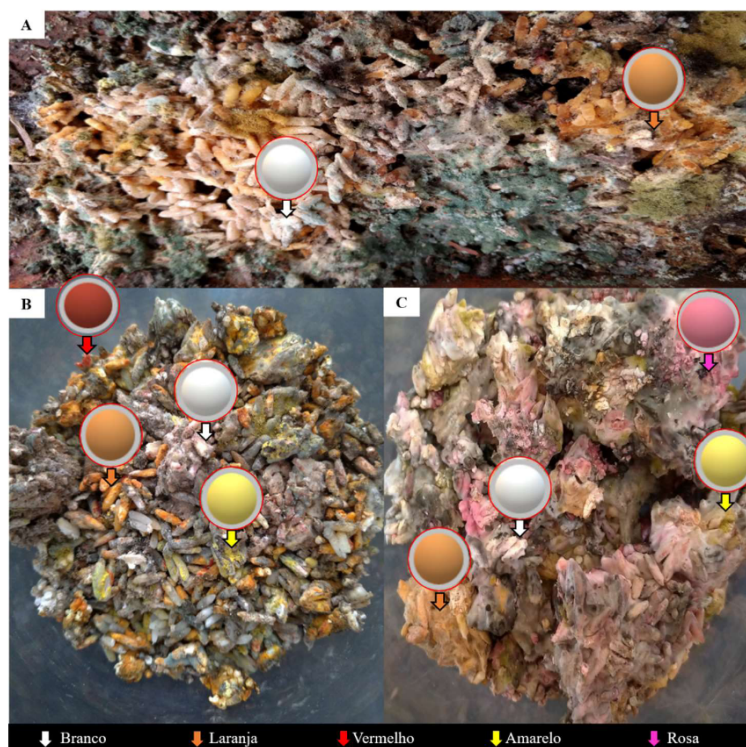
Bonfim (2011) identificou que os microrganismos são divididos em dois grandes grupos: regenerativos e degenerativos. Os degenerativos produzem substâncias danosas ao crescimento das plantas e pragas, como a amônia e sulfeto de hidrogênio, e os regenerativos produzem vitaminas e hormônios úteis para as plantas. Dentro do grupo dos microrganismos regenerativos se encontram os Microrganismos Eficientes, são eles: algumas leveduras; actinomicetos; bactérias produtoras de ácido láctico e bactérias fotossintéticas.

As leveduras (*Aspergillus oryzae*, *Mucor hiemalis*, *Saccharomyces cerevisiae* e *Candida utilis*) são fungos que sintetizam vitaminas e produzem hormônios e enzimas que provocam atividade celular. Os actinomicetos (*p.e. Streptomyces albus*, *S. griseus*) são as bactérias responsáveis por controlar os fungos e aumentar a resistência das plantas. As bactérias produtoras de ácido láctico (*p.e. Lactobacillus plantarum*, *L. casei*, *Streptococcus lactis*) controlam microrganismos nocivos como o *fusarium* que, quando infestado, produz a síndrome da morte súbita, que é responsável por atacar a raiz da planta, ocorrendo principalmente na soja brasileira. Por fim, as bactérias fotossintéticas (*p.e. Rhodopseudomonas palustris*, *Rhodobacter spaeroides*) que aumentam a quantidade da população de outros EM, como os fixadores de nitrogênio. (BONFIM et al., 2011).

Na compostagem, os EM podem ser utilizados para acelerar a decomposição de resíduos orgânicos, sendo indicados principalmente para a decomposição lenta de resíduos com alta relação C/N (carbono/nitrogênio). Na fase inicial da compostagem, denominada mesofílica, os microrganismos mesófilos (bactérias do ácido láctico, por exemplo) são os principais atuantes. Na fase termofílica, há maior liberação de calor e intensa atividade dos microrganismos termófilos, como bactérias e actinomicetos. Com a diminuição gradativa de temperatura, há novamente a ação de microrganismos mesófilos (fungos e bactérias) até a fase de maturação, quando há uma grande concentração de microbiota, porém baixa atividade de degradação e baixa temperatura. (MMA, 2017).

Esses microrganismos atuam decompondo a matéria orgânica de modo a manter a estabilidade do sistema, gastando pouca energia e tempo. Na literatura existente sobre EM são apresentados três métodos de captura: (1) telha, (2) bambu e (3) caixa plástica, sempre tendo como isca, uma fonte de carboidrato, como arroz, por exemplo. Após a captura, os EM são selecionados pelas suas cores (azul, rosa, amarelo e laranja) que podem ser observadas nas amostras indicadas na Figura 05. A cor, porém, não identifica a espécie do EM, apenas indica a existência dos mesmos. Parte-se apenas do pressuposto de que quanto maior a diversificação das cores no material colonizado, maior a diversidade presente. (SOUZA et al., 2019).

Figura 05: Amostras de porção de arroz colonizado com as cores correspondentes à presença de microrganismos eficientes. (A) colonizado com a armadilha feita com telha, (B) com armadilha feita com bambu e (c) com armadilha feita com caixa plástica.



Fonte: SOUZA et al., 2019.

O EM como inoculante foi desenvolvido primeiramente no Japão, e passou a ser utilizado no Brasil desde 1980, quando começou a ser comercializado pela Fundação Mokiti Okada. Eles também podem ser preparados de forma caseira, simples e barata. (BONFIM et al., 2011.)

As etapas necessárias para a sua produção são descritas por Bonfim et al. (2011) :

1. Cozinhar arroz, sem tempero, sal ou alho, para servir como isca;
2. Espalhar o arroz cozido em uma bandeja de plástico, de madeira ou em calhas de bambu;
3. Cobrir com uma tela de mosquiteiro, ou qualquer outra tela fina, visando proteger a bandeja com arroz espalhado. Depositar a bandeja em uma mata virgem, por baixo da serapilheira do local.
4. Após um período de 10 a 15 dias, a isca estará colonizada por vários tipos de microrganismos, com colônias de cor rosa, azul, amarela e laranja, caracterizando os microrganismos eficientes regeneradores. Os microrganismos de cor cinza, marrom e preto são microrganismos decompositores que não serão úteis para a elaboração do inoculante podem ser separados manualmente e descartados.

5. Para a ativação desses microrganismos, é necessário distribuir em garrafas o arroz colorido diluindo em água, seguido da adição de açúcar, caldo ou melão de cana.
6. As garrafas devem ser seladas e deixadas à sombra por 10 a 20 dias. Nesse período há a produção de gases da fermentação sendo necessário liberá-los de dois em dois dias.
7. Quando não houver mais produção de gases, o EM estará pronto para o uso podendo ser adicionado à composteira.

Para que possam ser utilizados depois do processo de captura demonstrado acima, é necessário que se faça a diluição do produto em água, na proporção de 1 parte de inóculo para 20 partes de água. Depois de diluído deve ser aplicado e misturado à pilha de compostagem de forma que entre em contato com todo o material.

4.7 PROCEDIMENTO OPERACIONAL PADRÃO (POP)

De forma a aplicar os microrganismos eficientes em composteiras nas escolas, a metodologia de um POP, parece ser a mais adequada e instrutiva.

Renato Lima Duarte, pesquisador com experiência em auditoria ambiental e consultor da Fiocruz, elaborou uma cartilha propondo um Procedimento Operacional Padrão que visa padronizar tarefas para garantir a qualidade dos procedimentos de uma organização. Para o autor “O conteúdo do POP, assim como sua aplicação, deverá ter o completo entendimento e familiarização por parte dos funcionários que tenham participação direta e/ou indireta na qualidade final daquele ensaio.” (DUARTE, 2005)

A atualização do POP será realizada pelos funcionários da escola para a devida atenção às suas necessidades. Segundo Duarte (2005), a falta da inserção dos interessados é uma causa de ineficiência na implementação do POP.

O procedimento consiste basicamente em padronizar a execução do método e minimizar desvios que possam ocorrer na ausência de um funcionário experiente, aumentando assim a previsibilidade dos resultados. É, portanto, um ótimo instrumento para gerência de qualidade. O POP deve ser detalhado (funcionando como um passo a passo), deve conter uma linguagem simples, objetiva e ainda apresentar imagens, figuras e fluxogramas. (DUARTE, 2005).

5. METODOLOGIA

O presente estudo é de carácter extensionista, pois com revisão de dados secundários e análise bibliográfica de diversas mídias como artigos, livros e revistas, busca encontrar meios de solucionar dificuldades encontradas na escola alvo do projeto.

Para o alcance do seu objetivo, o trabalho foi dividido em quatro estágios. Sendo apresentado a seguir a descrição de cada atividade desenvolvida.

5.1 ATIVIDADES DE PESQUISA

Levantamento bibliográfico para a obtenção de dados atualizados, confiáveis acerca do estado da arte da compostagem, bem como as formas do uso de EM, no Brasil e no Distrito Federal.

5.2 ATIVIDADE PRÁTICA

Consistiu na síntese do inoculante do EM, que será posteriormente fornecido à Escola Classe Beija-flor para a administração junto com a composteira.

5.3 VISITAS TÉCNICAS E IDENTIFICAÇÃO DO PROBLEMA.

As visitas à escola tiveram o papel de identificar os processos e escutar a coordenação, para que a partir do relato deles o projeto pudesse ser encaixado e elaborado da melhor forma. O local escolhido como alvo deste trabalho é a Escola Classe Beija-Flor, localizada na Superquadra Norte 316, Asa Norte, Brasília. A escola foi escolhida por conter em sua estrutura curricular a educação ambiental, com atitudes e hábitos voltados à redução do uso de materiais plásticos e incentivo a separação de resíduos. Mas apesar dos hábitos sustentáveis, depois da realização de entrevista com a coordenadora da instituição, foram identificadas falhas no seguimento de alguns processos da escola, principalmente na compostagem. E além desses motivos, a escola segue a linha pedagógica Waldorf, na qual a educação se estende além do conhecimento básico curricular e promove a capacitação moral e social do estudante. Segundo Souza et al. (2022) esse tipo de pedagogia tem grande influência para o desenvolvimento de indivíduos críticos e altruístas. É o que segue:

A Pedagogia Waldorf apresenta-se muito importante para o desenvolvimento e aprendizagem da criança como um todo, já que sua metodologia promove e constrói indivíduos críticos, autônomos, capacitados para a vida. Sendo assim, o professor Waldorfiano é quem pode propiciar as atividades e habilidades competentes de acordo com cada fase da criança de maneira que ela possa plenamente se desenvolver. (SOUZA et al., 2022).

5.4 ELABORAÇÃO DO PROCEDIMENTO OPERACIONAL PADRÃO.

Redação da primeira versão do Procedimento Operacional Padrão a ser entregue a direção da Escola Classe Beija Flor. (Anexo A)

6. DISCUSSÃO E RESULTADOS

6.1 SÍNTESE DE MICRORGANISMOS EFICIENTES:

No dia 22 de abril de 2023, foi preparado o arroz para a captura dos EM. Dez (10) dias depois foram retirados os microrganismos do recipiente e preparada a mistura de ativação dos mesmos.

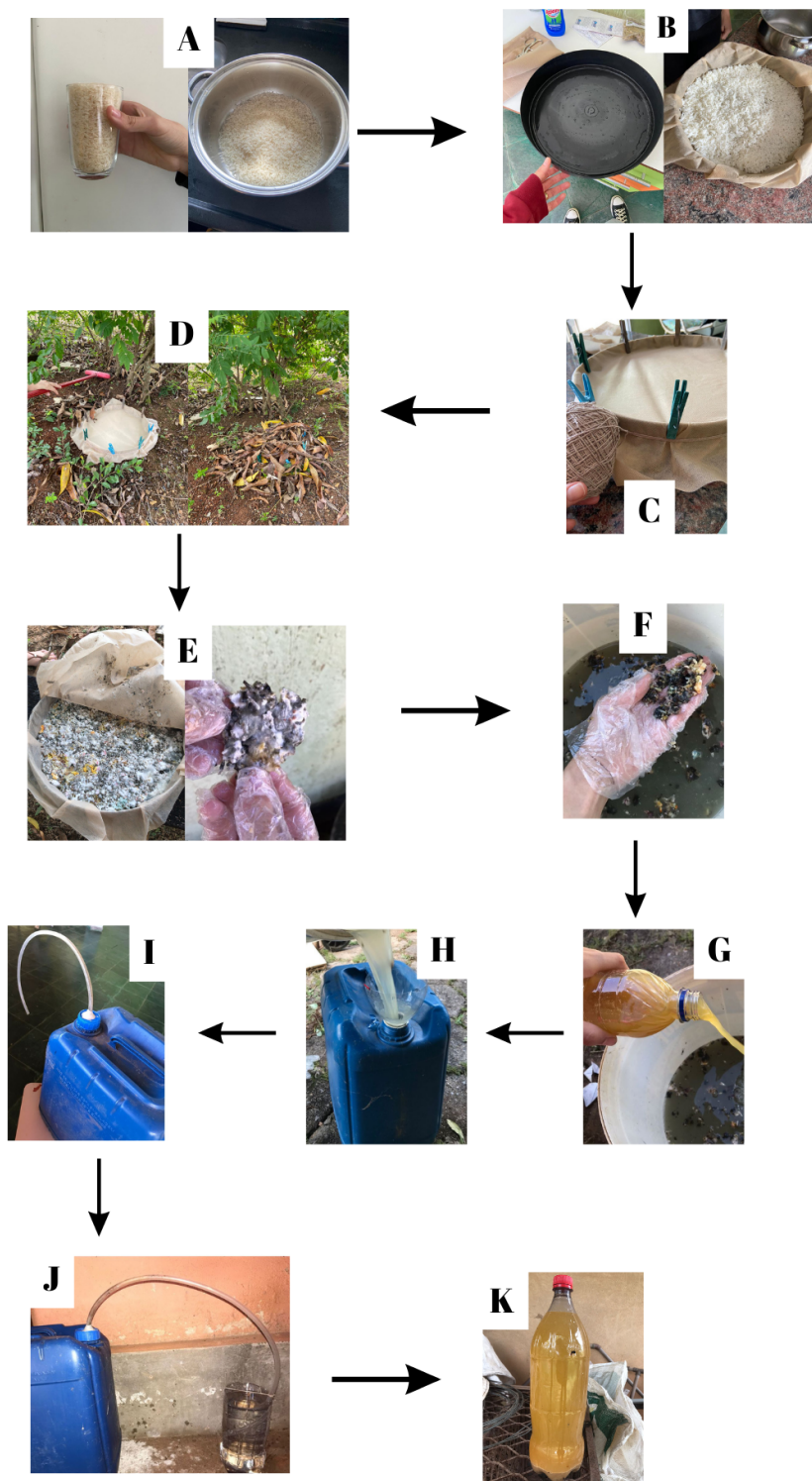
A síntese dos EM foi realizada a partir da utilização de 250 g de arroz e 500 mL de caldo de cana. Não foram enfrentadas dificuldades para o desenvolvimento do inoculante e os passos estão listados no fluxograma (Figura 06).

O experimento para a coleta dos microrganismos eficientes foi realizado da seguinte forma:

- Em uma panela o arroz foi cozido com apenas água. (Imagem A).
- Em uma vasilha circular preta (Imagem B), o arroz cozido foi colocado de forma a cobrir todo o interior do objeto. Foi utilizado o material de TNT para forrar seu interior antes de colocar o arroz.
- Ainda com o uso do TNT toda sua superfície foi coberta e com a ajuda de pregadores e barbantes o material foi completamente selado (Imagem C).
- Posteriormente, em uma área de fazenda mais próxima possível de onde há uma mata mais densa (Imagem D), o material foi colocado. A área foi um pouco rastelada, depois o material foi coberto pela serapilheira do local.
- Após 10 dias, o recipiente com arroz foi retirado do local. É possível neste momento a identificação dos fungos formados (Imagem E).
- O arroz embolorado foi misturado em 5 L de água limpa e filtrada (Imagem F).
- Após misturado na água, foi adicionado 500 mL de caldo de cana-de-açúcar (Imagem G).
- Em seguida, a mistura foi transferida com ajuda de um funil para um tambor de 20 L de cor azul escura (evitando que a claridade afete o desenvolvimento da solução). (Imagem H).
- Posteriormente, foi acoplada e selada uma mangueira na tampa para que não haja entrada de ar, apenas saída. (Imagem I).

- Por fim, o galão foi colocado em um local de pouca luz e com a ponta da mangueira dentro da água para que houvesse apenas a saída do ar. O líquido permaneceu fechado por 49 dias fermentando (Imagem J) de forma que todo o ar foi eliminado e o inoculante ficou pronto para ser utilizado nas composteiras. (Imagem K).

Figura 06: Fluxograma das etapas realizadas para a captura dos microrganismos eficientes. (A) Panela com arroz; (B) recipiente de plástico; (C) Material protegido com o TNT; (D) Local de captura dos microrganismos; (E) Arroz colonizado; (F) Mistura para preparo do inoculante; (G) Adição do caldo de cana. Transferência da mistura para a bombona; (I) Bombona com a mangueira; (J) Bombona com a mangueira inserida em um recipiente com água para a liberação do ar; (K) Inoculante pronto.

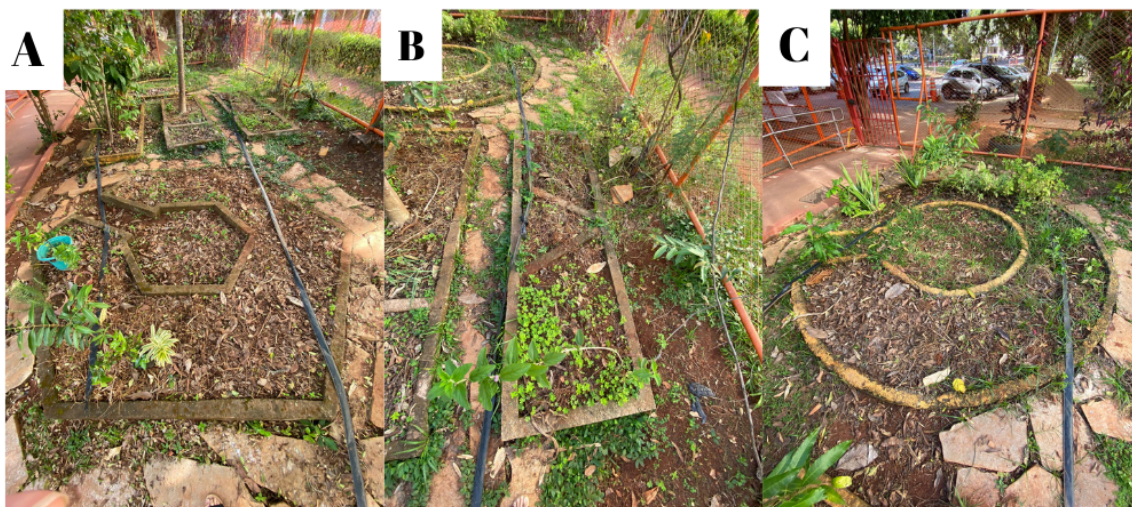


Fonte: Fluxograma elaborado pelas autoras.

6.2 ATIVIDADES NA ESCOLA CLASSE BEIJA-FLOR

A Escola possui estrutura capaz de comportar leiras de compostagem estruturadas em método termofílico (Figura 07) e apresenta composteiras de plástico para o método de vermicompostagem (Figura 08).

Figura 07: Espaços (A), (B) e (C) na Escola Classe Beija-Flor para a realização de compostagem em método leira.



Fonte: Registrado pelas autoras.

Figura 08: Composteiras da Escola Classe Beija-Flor. (A) Composteira com duas caixas superiores para o resíduo orgânico e uma caixa inferior para a coleta do fertilizante. (B) Composteira com três caixas para o resíduo orgânico e uma caixa inferior para a coleta do fertilizante.



Fonte: Registrado pelas autoras.

Porém, mesmo tendo espaços capazes de abrigar práticas de compostagem e educação ambiental, nenhum docente da instituição realiza atualmente compostagem, provavelmente devido à falta de treinamento. Anteriormente foi observado que atividades relacionadas às composteiras variam de acordo com os professores atuantes na Escola, ou seja, a prática era motivada por iniciativas individuais de alguns membros da equipe docente.

Além disso, a equipe docente da escola passa por frequentes mudanças, facilitando a perda de informações e instruções para a manutenção das composteiras. Por estes motivos, as composteiras A e B (Figura 08) se encontram desativadas.

Tendo em vista as dificuldades naturais de manutenção das composteiras, a criação de um Procedimento Operacional Padrão facilita a implementação desta atividade pelo corpo docente. A versão 01 do POP (anexo A) poderá ser atualizada de acordo com as necessidades e condições da escola.

7. CONCLUSÃO

O cumprimento e aplicação da legislação brasileira têm suma relevância para o desenvolvimento sustentável da comunidade, especialmente em relação ao tratamento de resíduos. Porém, ainda é notável, no Distrito Federal, um certo descompasso em relação às orientações legais e a prática relativa aos resíduos domiciliares, principalmente dos urbanos domiciliares. Apesar de haver legislação vigente, que determina o tratamento correto de resíduos, as práticas de compostagem, embora conhecidas, ainda não são muito disseminadas. Desta forma, grande parte dos resíduos orgânicos ainda é direcionada ao Aterro Sanitário de Brasília.

A partir de trabalhos de extensão universitária é possível encontrar meios e atores para que a sociedade avance na reciclagem de seus resíduos. Com este trabalho, foi possível compreender motivações e desmotivações de práticas sustentáveis na escola alvo, observando como o POP, um instrumento de Educação Ambiental, pode agir de forma transformadora.

Conclui-se, que a expansão da prática da compostagem não apenas é benéfica para a sociedade, mas também para a própria escola, já que os subprodutos do processo poderão ser aplicados como nutrientes nas hortas, jardins e outros ambientes da instituição. Ao motivar a prática da compostagem com EM utilizando um POP cria-se uma maior possibilidade de manutenção e continuidade de um hábito que promove educação e conecta estudantes, corpo docente e comunidade. Podendo ainda ser disseminada em outros setores como por exemplo: áreas comunitárias e condomínios.

8. REFERÊNCIAS

ABRELPE, 2022, Panorama dos resíduos sólidos no Brasil, Associação Brasileira das Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. Disponível em <<https://abrelpe.org.br/panorama/>>. Acesso 13 de Junho, 2023.

ABREU, m. José., APA, C. G. do Rio Hathi, PERTUSSATTI, A. Caroline., PROENÇA, C. Lúcio, HIDELEY, R. Grassi., KLAM Valdemir Klam., **Compostagem doméstica, comunitária e institucional de resíduos orgânicos: manual de orientação** / Ministério do Meio Ambiente, Centro de Estudos e Promoção da Agricultura de Grupo, Serviço Social do Comércio. -- Brasília, DF: MMA, 2017. Disponível em <http://arquivos.ambiente.sp.gov.br/municipioverdeazul/2016/07/rs6-compostagem-manualorientacao_mma_2017-06-20.pdf> Acesso em 01 de julho de 2023.

Agroecologia: métodos e técnicas para uma agricultura sustentável - Volume 5

Utilização de microrganismos eficientes na agricultura Giovani Mansani de Araujo Avila, Gislaíne Gabardo, Djalma Cesar Clock, Osmair Silva de Lima Junior

AQUINO, A. M. **Integrando Compostagem e Vermicompostagem na Reciclagem de Resíduos Orgânicos Domésticos**. EMBRAPA. Circular Técnica. n. 12. 2005. Disponível em <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/596884/1/cit012.pdf>> Acesso em 22 de Maio de 2023.

ARAÚJO, Janaína; TEIXEIRA, João Carlos; PAGANINE, Joseana; GUEDES, Sylvio. **Rumo a 4 bilhões de toneladas por ano**. Brasília: Revista Discussão, 2014. Ano 5. no 22. p. 48-59. em: <<http://www.senado.gov.br/noticias/jornal/emdiscussao/residuos-solidos/residuos-solidos.pdf>> acesso em 15 de maio de 2023.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13896: Critérios para projeto, implantação e operação**. Rio de Janeiro, 1997.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10004: Resíduos sólidos - classificação**. Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8419: Implantação de Aterro Sanitário**. Rio de Janeiro, 1992.

BONFIM, F. P. G.; HONÓRIO, I. C. G.; REIS, I. L.; PEREIRA, A. J.; SOUZA, D. B. **Caderno dos microrganismos eficientes (EM): instruções práticas sobre uso ecológico e social do EM**. Universidade Federal de Viçosa: Departamento de Fitotecnia, 2011, 32p.

BRASIL, Lei Nº 12.305 de 02 de agosto de 2010 - Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS).

BRASIL. LEI Nº 9.795, de 27 de abril de 1999. - Política Nacional de Educação Ambiental. Ministério do Meio Ambiente.

CARVALHO, PCT; GUERRA, MADSL. **Compostagem**. TSUTIYA, MT; CAMPARINI, JB; ALEM SOBRINHO, P.; HESPANOL, I, p. 181-208, 2002.

DA CUNHA KEMERICH, Pedro Daniel et al. **Indicativo de contaminação ambiental por metais pesados em aterro sanitário**. Revista Monografias Ambientais, p. 3744-3755, 2014.

DA SILVA LANES, Bruna; DE SOUZA NUNES, Ilana; DA CUNHA, Luís Eduardo Ribeiro. **A compostagem de resíduos como técnica sustentável em uma propriedade rural produtora de insumo farmacêutico.**

DE CASTRO MAGALHES, Antonio Henrique. **lixo orgânico: o reaproveitamento de resíduos alimentícios e os benefícios da compostagem para o meio ambiente.** NAWA, v. 2, n. 2, 2017.

DISTRITO FEDERAL. Câmara legislativa, 2021.

DISTRITO FEDERAL. LEI Nº 6.518, de 12 de março de 2020.

Dica para cuidar das plantas: como utilizar o chorume orgânico. Cidade de São Paulo - Secretaria Municipal do Verde e do Meio Ambiente, 2015. Disponível em: <www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/meio_ambiente/noticias>. Acesso em: 05 de junho de 2023.

DUARTE, Renato Lima. Procedimento Operacional Padrão. **A Importância de se padronizar**, 2005.

GOMES, João Paulo Andrade et al. Uso de microrganismos eficientes como alternativa para agricultura sustentável: um referencial teórico. **Agroecologia: Métodos e Técnicas para uma Agricultura Sustentável**, v. 5, p. 340-355, 2021.

FEAM. **Operações básicas para operação de aterro sanitário.** Fundação Estadual do Meio Ambiente. Belo Horizonte: FEAM, 2006. 36p. Disponível em: <<http://www.feam.br/images/stories/arquivos/Cartilha%20Aterro2.pdf>> Acesso em: 15 de maio de 2023.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. PESQUISA NACIONAL DE SANEAMENTO BÁSICO 2000. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/pt/inicio.html>>. Acesso em 05 de Agosto de 2023.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Demográfico 2010.** Agregado por Setores censitários dos resultados do universo. Rio de Janeiro, 2010. Disponível em <<https://censo2010.ibge.gov.br/>> acesso em: 1 de junho de 2023

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **População no último censo [2022].** Rio de Janeiro, 2022. Disponível em <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/df/panorama>> Acesso em 3 de junho 2023.

JACOBI, P. Educação ambiental, cidadania e sustentabilidade. Cadernos de Pesquisa, n. 118, março/ 2003. Disponível em <<https://www.scielo.br/j/cp/a/kJbkFbyJtmCrFTmfHxktgnt/?format=pdf&lang=pt>> Acesso em: 05 de Agosto de 2023.

JÚNIOR, Warley. [Agora é Lei] **Entra em vigor lei que institui a política do Lixo Zero.** Câmara legislativa do Distrito Federal, 2021. Disponível em: <<https://www.cl.df.gov.br/-/agora-c3-a9-lei-gdf-sanciona-texto-que-que-institui-a-pol-c3-adi-ca-do-lixo-zero>>. Acesso em: 18 de junho de 2023.

KAZA, Silpa ; YAO, Lisa C .; BHADA-TATA, Perinaz ; VAN WOERDEN, Frank. **What a Waste 2.0: Um Instantâneo Global da Gestão de Resíduos Sólidos até 2050** . Desenvolvimento Urbano; © Washington, DC: Banco Mundial. 2018.

KIEHL, E J. **Fertilizantes orgânicos**. São Paulo: Ceres. 1985.

LAPA, K. R., CONTRERA, R. C., GARBOSSA, L. H. P., BÓRIA, J., SCHALCH, V., & DE SOUZA, M. P. Impactos ambientais relacionados com a geração de gás metano por fontes antropogênicas-destaque para aterros sanitários. In: **CONGRESSO Brasileiro De Ciência E Tecnologia Em Resíduos E Desenvolvimento Sustentável**. 2004. p. 3-4. Disponível em <<https://www.ipen.br/biblioteca/cd/ictr/2004/ARQUIVOS%20PDF/08/08-016.pdf>> Acesso em 01 de junho de 2023.

LISBOA, Vinícius. Cai número de municípios que enviam resíduos a lixões, diz associação. Agência Brasil, 2020. Disponível em <<https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2020-12/cai-numero-de-municipios-que-envia-m-residuos-lixoes-diz-associacao>> Acesso em: 08 de Junho de 2023.

MAGALHÃES, Marcos A. de et al. **Compostagem de bagaço de cana-de-açúcar triturado utilizado como material filtrante de águas residuárias da suinocultura**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 10, p. 466-471, 2006

MOTHÉ, G. P. B.; SOUZA, G. R. de; ABREU, M. M. de; GAMA, J. L.; MOTA, G. P.; ALMEIDA, T. de F.; DELATORRE, A. B.; INTORNE, A. C. **Compostagem e a educação ambiental: uma ferramenta importante no tratamento de resíduos sólidos**. Brazilian Journal of Development, [S. l.], v. 6, n. 7, p. 49520–49532, 2020. Disponível em: <<https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/13658>> Acesso em 7 julho 2023.

OLIVEIRA, Emídio Cantídio Almeida; SARTORI, Raul Henrique; GARCEZ, Tiago B. **Compostagem**. Piracicaba–São Paulo, p. 19, 2008. Disponível em <https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/6566443/mod_resource/content/1/compostagem%20-%20embrapa.pdf> Acesso em 26 de Maio de 2023.

O problema do Lixo. Eco Circuito, 2019. Disponível em: <<https://ecocircuito.com.br/cenario-do-lixo-2/>> Acesso em 3 de junho de 2023.

PDGIRS, 2018. **plano distrital de gestão integrada do distrito federal**, Governo de Brasília. Disponível em: <<https://www.so.df.gov.br/wp-conteudo/uploads/2018/03/PDGIRS.pdf>> Acesso em 15 de junho, 2023.

PEREIRA, Anderson Luis; MAIA, Kércia Maria Pontes. **A contribuição da gestão de resíduos sólidos e educação ambiental na durabilidade de aterros sanitários**. Sinapse Múltipla, v. 1, n. 2, 2012. Disponível em <<http://periodicos.pucminas.br/index.php/sinapsesmultipla/article/view/4178/5011>> Acesso em 15 de Maio de 2023.

PROENÇA, C. Lúcio., Rodrigues, A de O. Cássio., Lana, M. Milza. **Compostagem. Hortaliça não é só salada**. Outubro de 2021. Disponível em <<https://www.embrapa.br/hortalica-nao-e-so-salada/secoes/compostagem>> Acesso em 30 de Junho de 2023.

PÁDUA, Samira. agência Brasília, Casa Civil do Distrito Federal, Outubro de 2018, Disponível em <<https://www.casacivil.df.gov.br/aterro-sanitario-de-brasilia-comeca-a-funcionar/>>. Acesso em 29 de junho de 2023.

RODRIGUES, Marcus. Quase metade do lixo coletado no DF é composto por restos de alimentos. *Metrópoles*, 2022. Disponível em: <<https://www.metropoles.com/distrito-federal/quase-metade-do-lixo-coletado-no-df-e-composto-por-restos-de-alimentos>> Acesso em: 28 de maio de 2023.

SANTOS, Helaine Maria Naves dos. **Educação ambiental por meio da compostagem de resíduos sólidos orgânicos em escolas públicas de Araguari**. 2007. Disponível em <<https://seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/15719/8893>> Acesso em 23 de maio de 2023.

SCHALCH, Valdir et al. **Gestão e gerenciamento de resíduos sólidos**. São Carlos: Escola de Engenharia de São Carlos–Universidade de São Paulo, 2002. Disponível em <http://www.deecc.ufc.br/Download/Gestao_de_Residuos_Solidos_PGTGA/Apostila_Gestao_e_Gerenciamento_de_RS_Schalch_et_al.pdf> Acesso em 21 de Maio de 2023

SLU, **Relatório Anual**. Brasília, 2020. Disponível em: <<https://www.slu.df.gov.br/wp-content/uploads/2021/03/RELATORIO-ANUAL-2020.pdf>> Acesso em 18 de junho de 2023.

SLU, **Relatório Anual**. Brasília, 2021. Disponível em: <<https://www.slu.df.gov.br/wp-content/uploads/2022/06/Relatorio-ANUAL-ATUALIZADO.pdf>> Acesso em 18 de junho de 2023.

SLU, **Relatório Anual**. Brasília, 2022. Disponível em: <<https://www.slu.df.gov.br/wp-content/uploads/2023/05/RELATORIO-ANUAL-SLU-2022.pdf>> Acesso em 18 de junho de 2023.

SOUZA, Érica s. s. ., Santos, r. p. s. ., & Batista, a. c. de f. . (2022). **Pedagogia Waldorf: contribuição no desenvolvimento da criança na educação infantil**. *anais do fórum de iniciação científica do unifunec*, 13(13). Recuperado de <https://seer.unifunec.edu.br/index.php/forum/article/view/5873>

SOUZA, Westefann dos Santos., SOUZA, Ane Gabriele Vaz., CAMPOS, Thiago Souza., FARIA, Layanara Oliveira., DE MELO, Osmany Francisco Pereira., CINTRA, Pedro Henrique Nascimento., DOS SANTOS, Talles Eduardo Borges. **Análise visual comparativa entre metodologias para captura de microrganismos eficientes (EM's)**. *Revista de Biotecnologia & Ciência*, v.8, n.2, 2019. Disponível em <<https://www.revista.ueg.br/index.php/biociencia/article/view/9744>> Acesso em 07 de Junho de 2023.

ANEXO A



Tipo do Documento	PROCEDIMENTO OPERACIONAL PADRÃO	Escola Classe Beija-Flor
Título do Documento	GUIA PARA A COMPOSTAGEM COM MANEJO DE MICRORGANISMOS EFICIENTES	Versão n°: 01
		Emissão 12/07/2023

1. OBJETIVO

Apresentar o passo a passo dos procedimentos relativos à prática da compostagem com o uso de microrganismos eficientes (EM) na Escola Beija-Flor. Estes procedimentos incluem, além da preparação do inoculante de EM, todas as etapas que envolvem a manipulação dos resíduos, entre elas, a separação, estocagem temporária, homogeneização e aplicação nas composteiras.

2. DESCRIÇÃO DOS PROCEDIMENTOS PARA A COMPOSTAGEM

2.1. SEPARAÇÃO DOS RESÍDUOS.

- Nem todo resíduo pode ser utilizado na compostagem.
- Se os resíduos não puderem ser imediatamente depositados na composteira, armazene-os em recipientes de plástico rígido, de fácil manuseio e lavagem.
- Lave o recipiente de plástico rígido todas as vezes após o uso.

Este POP trata da disposição de resíduos em 2 tipos de composteiras:

A) composteira de caixas ou doméstica e B) composteira em leiras.

- **Para as composteiras de caixas do tipo vermicompostagem, é importante destacar que as minhocas demandam para a sua alimentação quantidades menores e mais constantes de resíduos orgânicos.**
- **Para as composteira em laje com paredes de concreto, os resíduos orgânicos podem ser depositados em grandes quantidades.**

Tipo de Resíduos Orgânicos

- Resíduo da preparação de alimentos (gerados na cozinha)
- Resíduo da sobra das refeições
- Resíduo da manutenção de jardins e hortas (folhas secas, podas e grama).

Pode usar a vontade:		
-Frutas	-Cascas de ovos	-Verduras
-Legumes	-Sachê de chá sem etiqueta	-Grãos e sementes
-Borra de café	-Pequenas podas	
Pode usar com moderação:		
-Frutas cítricas	-Guardanapos usados	-Alimentos com alto teor de trigo
-Alimentos cozidos	-laticínios	
Não pode usar:		
-Carnes	-Fezes de animais	-Limão
-Casca de coco	-Nozes pretas	-Papel higiênico usado
-Pimenta e Alho	-Papéis com tintas e gravuras	-Óleos e Gorduras

2.1.1. Cuidado necessários

- Não coloque proteína animal e alimentos processados, pois estes podem atrair baratas e moscas.
- Hortaliças podem conter ovos e larvas de mosca. Evite adicioná-las.
- Mau cheiro é indicativo de que há desequilíbrio no sistema, o que ocorre quando o lixo orgânico está em excesso.

2.2 MATERIAIS NECESSÁRIOS PARA O MANUSEIO

Luvas de jardinagem: Para manusear com segurança os equipamentos e os resíduos.

Pá e Garfo de mão: Para revirar e manusear a composteira.

Tesoura de Jardinagem: Para cortar galhos.

Regador: Para molhar o material e ajustar a umidade.

Pá e rastelo de Jardim comprido: Para misturar o material e revirar o composto.

Figura 1: Materiais necessários para o manejo na compostagem.



Fonte: Sementerra, 2018, Facebook, Centro de Jardinagem. Disponível em <<https://www.facebook.com/sementerra/photos>> Acesso em: 05 de julho 2023.

3. INSTRUÇÕES PARA A COMPOSTAGEM

3.1 COMPOSTAGEM DE CAIXA OU DOMÉSTICA / VERMICOMPOSTAGEM

As composteiras domésticas disponíveis na escola se assemelham com a apresentada na Figura 2. Elas são divididas em compartimentos (caixas) que são preenchidas de cima para baixo. A caixa inferior é a de coleta de chorume (fertilizante).

Observação: É importante manter as composteiras em um local arejado mas sem contato com o sol.

Figura 2: Composteira de caixa, sendo 3 caixas de armazenamento (1º, 2º e 3º) e 1 caixa de coleta de chorume (inferior com torneira).



Fonte: Clique para entrar, 2023. Disponível em: <<https://cliqueparaentrar.com.br/produtos/composteiras/composteira-200lt-74>> Acesso em 5 de Julho de 2023.

Orientações:

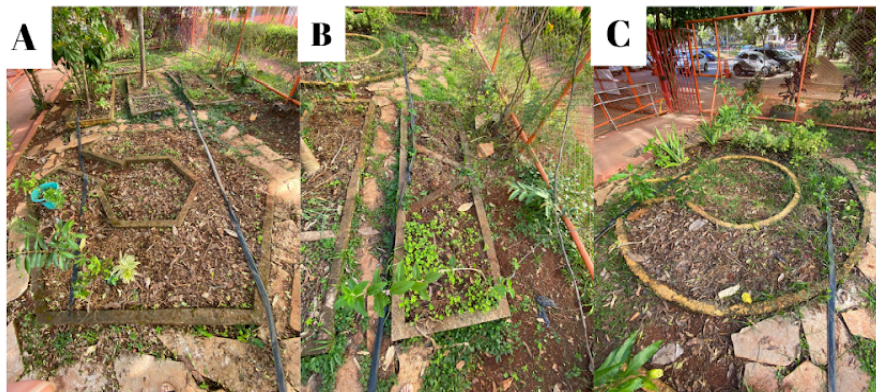
1. Para a 1ª caixa, utilize serragem sem verniz, jornal picado ou papelão picado para a forragem do fundo.
2. Umedeça o forro da composteira, formando assim uma “cama” para as minhocas.
3. Adicione cerca de 450 gramas de minhocas vermelhas californianas (elas fazem o próprio controle populacional).
4. Acrescente terra (do próprio jardim) e o resíduo orgânico já picado (apenas orgânicos frescos em tamanhos médios).
5. Se disponível folha seca, misture com o material orgânico picado antes de colocar na caixa.
6. Cubra o resíduo orgânico com serragem.
7. A cada nova adição de resíduo, misture com o composto existente.
8. Cubra novamente com a serragem.
9. As etapas dos itens 4 a 7 devem ser repetidas até completar o volume da caixa.
10. Uma vez a caixa cheia, troque-a de lugar com a caixa de baixo (2ª).
11. Para utilizar a 2ª caixa, repita as orientações dos itens 4 a 9.
12. A caixa inferior (3ª) deve permanecer sempre vazia para a coleta do fertilizante.
13. Quando a última caixa estiver cheia, transfira esse líquido fertilizante (abrindo a torneira) para um recipiente vazio de vidro ou plástico e rotule este frasco com informações de conteúdo e data de coleta.
14. O tempo de maturação do composto orgânico sólido em cada caixa é de cerca de 30 dias.
15. Separe as minhocas antes de esvaziar as caixas para a coleta do composto orgânico.
16. Faça uso do composto bruto em hortas e jardins.
17. Para o fertilizante, prepare uma solução diluída em água na proporção mínima de 1:10 antes de utilizá-lo.

Observação:

Nos itens 4 a 10 estão descritos os processos a serem realizados nas composteiras com três caixas. Para as composteiras com 4 caixas, o processo dos itens 4 ao 10 deve ser repetido novamente para a 3ª caixa.

3.2 COMPOSTAGEM EM LEIRA (Composteiras com paredes de concreto no solo)

Figura 3: Espaços reservados na escola para compostagem em leiras.



Fonte: Imagens registradas pelas autoras.

1. Limpe o espaço destinado a compostagem, retirando toda a serapilheira superficial e reserve-a.
2. Acrescente o resíduo orgânico picado no espaço indicado.
3. Adicione a serapilheira ao resíduo orgânico picado na proporção 1:1 e revire toda a mistura para favorecer a entrada de oxigênio.
4. A cada vez que um novo resíduo orgânico for acrescentado, adicione igual proporção de serapilheira e novamente revire a mistura.
5. Revire a mistura ao menos 1 vez ao mês.
6. É necessário controlar a umidade da composteira. Abaixo está o procedimento:
 - 6.1 Com uma luva, encha a mão com o composto já formado, excluindo o material orgânico ainda não degradado.
 - 6.2 Esprema o composto e observe:
 - 6.2.1 Se escorrer água, o composto ainda está muito úmido. Neste caso, acrescente materiais secos e revire a pilha.
 - 6.2.2 Se escorre apenas algumas gotas ou nada, está correto;
 - 6.2.3 Se nada escorrer e o composto esfarelar ao abrir sua mão, ele provavelmente passou do ponto de secagem (está muito seco). Para umedecê-lo, acrescente água e revire tudo.
7. O composto pronto para uso tenderá a ficar no fundo da leira e apresentará coloração marrom escura.

8. Retire o composto maturado (pronto) para utilizar da forma que achar necessária.
9. O resíduo orgânico que ainda não degradou continuará na leira e será usado repetindo-se as etapas 1 a 8 para a continuidade da compostagem.

4. SÍNTESE DE MICRORGANISMOS EFICIENTES

4.1 MATERIAIS NECESSÁRIOS

1. Arroz - 700 g.
2. Bandeja de plástico ou calha de bambu ou caixa de madeira.
3. Água limpa e sem cloro (filtrada, fervida ou de poço artesiano) - 10 L.
4. Caldo de cana - 1 L.
5. Garrafas PET ou bombona de plástico (preferencialmente de cor escura).

4.2. CAPTURA DA COLÔNIA DE MICROORGANISMOS

1. Cozinhe 700 g de arroz, sem tempero, sal ou alho, para servir como isca;
2. Espalhe o arroz cozido em uma bandeja (de plástico ou madeira) ou em uma calha de bambu;
3. Cubra com uma tela de mosquiteiro, ou qualquer outra tela fina, visando proteger o arroz espalhado. Deposite a bandeja em uma mata, por baixo da serapilheira do local.
4. Após um período de 10 a 15 dias, a isca deverá estar colonizada com microrganismos de coloração rosa, azul, amarelo e laranja (Figura 4), comprovando a presença de microrganismos eficientes regeneradores. Os microrganismos de coloração cinza, marrom e preto são decompositores e não são úteis para a produção do inoculante, portanto devem ser separados manualmente e descartados na lixeira de resíduo comum.
5. Para a ativação dos EM, é necessário misturar o arroz colorido em aproximadamente 10 L de água limpa e sem cloro, seguido da adição de 1 L de caldo de cana.
6. Reserve a mistura em um recipiente de cor escura e fechado (garrafa ou bombona).
7. Deixe o recipiente guardado por um período de 10 a 20 dias (a temperatura ambiente) em local de pouca luz.

Figura 4: Arroz colonizado pelos microrganismos eficientes.



Fonte: Imagem registrada pelas autoras.

8. Nesse período há produção de gases da fermentação, sendo necessário liberá-los a cada dois dias com a abertura do recipiente (manualmente).
9. Se esse processo não puder ser feito manualmente, acople uma mangueira à tampa do recipiente, de maneira que a única forma de saída e entrada de ar seja pela mangueira (Figura 5).

Observação: A mangueira precisa apresentar um tamanho suficiente para que a outra ponta possa permanecer dentro de um recipiente com água. Esses gases serão liberados espontaneamente conforme a fermentação ocorre (Figura 5).

Figura 5: Recipiente com mangueira acoplada.



Fonte: Imagem registrada pelas autoras.

10. Quando não houver mais produção de gases, o EM deverá ser diluído na proporção 1:20 em água sem cloro (exemplo: 250 mL de microrganismos eficientes para 5 L de água).

11. Finalmente o EM estará pronto para ser adicionado às composteiras.

4.3 FREQUÊNCIA DE USO NA COMPOSTEIRA

A adição da solução de EM previamente diluída deve ser realizada nas seguintes situações:

- 1- Sempre que houver a remoção do composto já maturado da composteira;
- 2- Sempre que uma nova adição de resíduo for realizada.

Observação: O volume de EM diluído a ser utilizado deve ser o suficiente para umedecer todo o material da compostagem, podendo variar de acordo com cada método.

Elaborado por:	Autorizado por:	Data: Versão Nº 1
<p>_____</p> <p>Estela Mascarenhas</p> <p>_____</p> <p>Maria Eduarda Jesus Almeida</p>	<p>_____</p> <p>Coordenador (a)</p>	<p>12/07/2023</p>

REFERÊNCIAS UTILIZADAS :

TOBIAS, Vítor. **Tudo sobre compostagem**. Portal Mude. 15 de Abril de 2021. Disponível em <<https://www.portalmude.com.br/noticia/546/tudo-sobre-compostagem>> Acesso em 05 de julho de 2023.

RICCI, Marco. **Manual para gestão de resíduos orgânicos nas escolas**. Paris: Climate & Clean Air Coalition, v. 201, 2016.

Como fazer uma composteira doméstica com minhocas. Ecycle. Disponível em <<https://www.ecycle.com.br/como-fazer-uma-composteira.>> Acesso em 08 de julho de 2023.