

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
ESCOLA DE ENGENHARIA DE LORENA

ERIC FABIANO SARTORATO DE OLIVEIRA

**Utilização da metodologia STEAM no ensino médio: uma abordagem  
sobre compostagem no ensino de Química**

Lorena

2023



ERIC FABIANO SARTORATO DE OLIVEIRA

**Utilização da metodologia STEAM no ensino médio: uma abordagem sobre compostagem no ensino de Química**

Dissertação de Mestrado apresentada à Escola de Engenharia de Lorena da Universidade de São Paulo como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciências pelo Programa em Projetos Educacionais de Ciências.

Orientador: Prof. Dr. Durval Rodrigues Jr.

Versão Corrigida

Lorena

2023

AUTORIZO A REPRODUÇÃO E DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTES  
TRABALHO POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA  
FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema Automatizado  
da Escola de Engenharia de Lorena,  
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Oliveira, Eric Fabiano Sartorato de  
Utilização da metodologia STEAM no ensino médio:  
uma abordagem sobre compostagem no ensino de Química  
/ Eric Fabiano Sartorato de Oliveira; orientador  
Durval Rodrigues Jr. - Versão Corrigida. - Lorena,  
2023.  
89 p.

Dissertação (Mestrado em Ciências - Programa de  
Mestrado Profissional em Projetos Educacionais de  
Ciências) - Escola de Engenharia de Lorena da  
Universidade de São Paulo. 2023

1. Metodologia steam. 2. Ensino química. 3.  
Compostagem. I. Título. II. Rodrigues Jr. , Durval ,  
orient.

## **AGRADECIMENTOS**

Nesta caminhada pelo Mestrado, que agregou em minha vida pessoal, profissional e acadêmica, através de muita aprendizagem, esforço e dedicação, enfrentando sérios problemas de saúde, quero agradecer ao que mais me ajudou no decurso dessa jornada e foi fundamental para essa conquista.

Ao Universo, por me abastecer com muita energia positiva para enfrentar todos os desafios de cursar Mestrado em uma das melhores universidades do planeta.

Ao meu orientador, Professor Durval Rodrigues Jr, ser humano incrível, pelo exemplo de benevolência, sabedoria e paciência, que sempre me incentiva a obter sucesso em todos os desafios e empreitadas por todo o tempo.

Aos professores Rita de Cássia Lacerda Brambilla Rodrigues, Carlos Alberto Moreira dos Santos, Carlos Yujiro Shigue e Paulo Atsushi Suzuki pelo incentivo e conhecimento compartilhados.

À Roselayne Laura dos Santos, chefe técnica do serviço de biblioteca da EEL - USP, que me acolheu e não mediu esforços para ajudar na conquista de meus objetivos.

Aos meus filhos Maria Teresa, Rubinho e Íris que são a fonte de minha força de vontade e dedicação.

Aos meus pais Ana e Rubens que são exemplos de persistência, sempre me guiando pelos melhores caminhos e forjando um ser humano melhor.

Ao corpo docente e colaboradores do Programa de Pós-Graduação em Projetos Educacionais de Ciências (PPGPE), sem os quais meu aprendizado técnico e humano não teria tanto êxito.

À direção, professores, funcionários, colaboradores e alunos da EE Deputado Claro César, em Pindamonhangaba – SP e do Colégio da Aeronáutica Brigadeiro Newton Braga (CBNB), no Rio de Janeiro – RJ, que tornaram este projeto possível.

À todos que, de alguma maneira, contribuíram para a realização deste trabalho .....

**Grato, Grato e Grato!**



## RESUMO

OLIVEIRA, E. F. S. **Utilização da metodologia STEAM no Ensino Médio: Uma abordagem sobre compostagem no ensino de Química.** 2023. 89 p. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola de Engenharia de Lorena, Universidade de São Paulo, 2023.

Para o ensino de Ciências da Natureza no Ensino Médio, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) estabelece como foco a compreensão do estudante a respeito do ambiente, que identifique seus recursos, saiba utilizá-los e se perceba como parte integrante dele. O tema Compostagem está fundamentado na contextualização ambiental e na interdisciplinaridade, uma importância dada ao conteúdo e à prática educativa, com o entendimento de encontrar solução aos problemas relativos ao Meio Ambiente. A compostagem é uma prática econômica, fácil, rápida e promove a melhoria e a qualidade dos solos, propiciando aumento na produtividade. Ao considerar a relevância desta prática, inserir estratégias interdisciplinares visa à garantia de um ensino-aprendizagem mais amplo, bem como conduzir o professor e o aluno a reflexões sobre situações-problema enfrentados no mundo real. E, na direção desse entendimento de interdisciplinaridade, o presente trabalho procurou discutir a metodologia STEAM *Education (Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics)*, como capacidade para o ensino com base na interdisciplinaridade. A caracterização do STEAM como metodologia se dá por articular e aplicar os saberes das disciplinas das áreas de Ciências, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática, para que, incorporado à estrutura de conhecimentos do educando, dê sentido a uma situação concreta. O objetivo deste trabalho foi transferir o conhecimento de Química, ensinando os alunos a criar uma composteira, associada à metodologia STEAM. A abordagem STEAM é um tipo de educação voltada para alcançar os jovens em várias frentes simultâneas, de modo muito mais abrangente e sem a segmentação observada nas salas de aula. Seu principal objetivo é trabalhar conceitos de várias áreas do conhecimento simultaneamente, de forma com que o aluno consiga entender o conteúdo proposto e conseguir aplicá-lo em outros ramos científicos. O presente trabalho foi desenvolvido com alunos do Ensino Médio. O público-alvo foram 92 alunos da EE Deputado Claro César, em Pindamonhangaba, São Paulo, com idade entre 15 e 17 anos. Na análise da apuração dos questionários apresentados, o resultado mostrou um pequeno déficit dos alunos sobre a compostagem, havendo assim uma intervenção didática na criação da composteira. Nessa primeira fase foi utilizado do ciclo de aprendizagem do STEAM. A segunda fase conseguiu integrar os conteúdos da metodologia STEAM: envolver, elaborar, explorar, explicar, avaliar, por meio da experimentação da construção da composteira, ficando visível a satisfação dos alunos na prática. E, na terceira fase, todos os educandos se disponibilizaram para encontrar um jogo que desencadeasse uma realidade. A abordagem STEAM direcionou um olhar dos educandos e educadores sobre a importância da reciclagem dos resíduos sólidos e o ensino de Química. Sendo assim essa pesquisa tornou-se importante no que diz respeito à educação dos alunos do Ensino Médio, pois diante dos resultados apresentados, é notório que as oficinas aplicadas facilitaram o desenvolvimento do ensino de Química aos alunos.

**Palavras-Chave:** Metodologia STEAM. Ensino Química. Compostagem.

## ABSTRACT

OLIVEIRA, E. F. S. **Use of the STEAM methodology in High School: An approach to composting in Chemistry teaching.** 2023. 89 p. Dissertation (Master of Science) – Escola de Engenharia de Lorena, Universidade de São Paulo, 2023.

For the teaching of Natural Sciences in High School, the National Common Curricular Base (BNCC) focuses on students' understanding of the environment, identifying its resources, knowing how to use them and perceiving themselves as an integral part of it. The Composting theme is based on environmental contextualization and interdisciplinarity, an importance given to content and educational practice, with the understanding of finding a solution to problems related to the Environment. Composting is an economical, easy and fast practice, and promotes the improvement and quality of the soil, providing an increase in productivity. When considering the relevance of this practice, inserting interdisciplinary strategies aims to guarantee a broader teaching-learning process, as well as to lead the teacher and the student to reflect on problem situations faced in the real world. And, in the direction of this understanding of interdisciplinarity, the present work sought to discuss the STEAM Education methodology (Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics), as a capacity for teaching based on interdisciplinarity. The characterization of STEAM as a methodology is due to the fact that it articulates and applies the knowledge of disciplines in the areas of Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics, so that, incorporated into the student's knowledge structure, it gives meaning to a concrete situation. The objective of this work was to transfer the knowledge of Chemistry, teaching students to create a compost bin, associated with the STEAM methodology. The STEAM approach is a type of education aimed at reaching young people on several fronts simultaneously, in a much more comprehensive way and without the segmentation observed in classrooms. Its main objective is to work on concepts from several areas of knowledge simultaneously, so that the student can understand the proposed content and be able to apply it in other scientific fields. This work was developed with high school students. The target audience was 92 students from EE Deputado Claro César, in Pindamonhangaba, São Paulo, aged between 15 and 17 years old. In the analysis of the results of the presented questionnaires, the result showed a small deficit of the students about composting, thus having a didactic intervention in the creation of the compost. In this first phase, the STEAM learning cycle was used. The second phase managed to integrate the contents of the STEAM methodology: involving, elaborating, exploring, explaining, evaluating, through experimentation in the construction of the compost bin, showing the students' satisfaction in practice. And, in the third phase, all students made themselves available to find a game that would trigger a reality. The STEAM approach directed students and educators to look at the importance of recycling solid waste and teaching Chemistry. Therefore, this research has become important with regard to the education of high school students, because given the results presented, it is clear that the applied workshops facilitated the development of teaching Chemistry to students.

**Keywords:** STEAM methodology. Chemistry teaching. Composting.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Ciclo de ensino e aprendizagem .....	18
Figura 2 - Pirâmide conceitual para ensino STEAM.....	19
Figura 3 - Interpretação do acrônimo STEAM.....	20
Figura 4 - Pilha de compostagem .....	23
Figura 5 - Fases da compostagem.....	24
Figura 6 - Esquema de compostagem.....	26
Figura 7 - Kit composteira.....	27
Figura 8 - Montagem de composteira.....	28
Figura 9 - Palestra com os professores e estagiária .....	47
Figura 10 - Apresentação de material.....	48
Figura 11 - Criando composteira com a caixa organizadora.....	49
Figura 12 – Composteiras menores.....	50
Figura 13 - Resíduos secos .....	51
Figura 14 - Resíduo maravalha de madeira .....	52
Figura 15 - Resíduo sólido orgânico .....	52
Figura 16 - Preparação das composteiras com os resíduos .....	53
Figura 17 - Uso de luvas pelos alunos.....	54
Figura 18 - Uso das minhocas .....	54
Figura 19 - Distribuição dos resíduos na composteira .....	55
Figura 20 - Composteira prontas .....	55
Figura 21 - Primeiro jogo de painel.....	57
Figura 22 - Segundo jogo de painel.....	58
Figura 23 - Terceiro jogo de painel .....	59
Figura 24 - Primeiro jogo de memória .....	60
Figura 25 - Segundo jogo de memória .....	60

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - O que é compostagem (pré e pós-teste).....	36
Gráfico 2 - O gás mais importante para o processo de compostagem (pré e pós teste).....	37
Gráfico 3 - O principal produto da compostagem (pré e pós teste) .....	38
Gráfico 4 - A importância da compostagem (pré e pós teste).....	39
Gráfico 5 - Responsável pela compostagem (pré e pós teste).....	40
Gráfico 6 - A vermicompostagem (pré e pós teste) .....	41
Gráfico 7 - Minhocas (pré e pós teste).....	42
Gráfico 8 - Compostagem por microorganismos (pré e pós teste) .....	43
Gráfico 9 - Os microorganismos na compostagem (pré e pós teste) .....	44
Gráfico 10 - Vantagem e desvantagem da compostagem (pré e pós teste).....	45

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	11
1.1 Justificativa.....	13
2 OBJETIVOS.....	15
2.1 Objetivo Geral .....	15
2.2 Objetivos Específicos .....	15
3 REVISÃO DA LITERATURA.....	16
3.1 Metodologia STEAM.....	16
3.2 Compostagem.....	22
3.3 Interdisciplinaridade .....	28
3.4 Ensino de Química .....	30
4 METODOLOGIA.....	33
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	35
5.1 Primeira fase: aplicação do questionário.....	35
5.2 Segunda fase: confecção da composteira .....	46
5.3 Terceira fase: Jogos de compostagem .....	56
5.4 Discussão Geral dos Resultados.....	61
6 CONCLUSÕES.....	63
REFERÊNCIAS .....	65
APÊNDICE A .....	72
APÊNDICE B.....	75



## 1 INTRODUÇÃO

Para o ensino de Ciências da Natureza no Ensino Médio, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) estabelece como foco a compreensão do estudante a respeito do ambiente, que identifique seus recursos, saiba utilizá-los e se perceba como parte integrante dele. Especificamente no ensino de Química, as normas da BNCC definem como competências a serem desenvolvidas: o estudo das transformações da matéria e da energia envolvida nelas, visualizar a exploração de recursos naturais de forma racional e crítica e, por fim, compreensão no nível microscópico de fenômenos visíveis a olho nu (BRASIL, 2018).

Ao longo do Ensino Fundamental, a área de Ciências da Natureza constrói a base do letramento científico, desenvolvendo a capacidade do aluno de compreender e de interpretar o mundo. Assim, por meio de um olhar articulado da Biologia, da Física e da Química, definem-se competências e habilidades que permitem a ampliação e a sistematização das aprendizagens desenvolvidas no Ensino Fundamental (BRASIL, 2018).

No Ensino Médio, o fazer científico envolve a elaboração, a interpretação e a aplicação de modelos explicativos para fenômenos naturais e sistemas tecnológicos. Assim, a BNCC propõe um aprofundamento na temática “Matéria e Energia”, e dentro dessa temática está inserida a disciplina de Química (BRASIL, 2018).

Desta forma, o tema Compostagem está fundamentado na contextualização ambiental e na interdisciplinaridade, uma importância dada ao conteúdo e à prática educativa, com o entendimento de encontrar solução aos problemas relativos ao Meio Ambiente por meio de enfoques interdisciplinares e uma atuação ativa, crítica e responsável de cada ser humano e da sociedade (BRASIL, 2001).

A inserção de temas sociais no ensino de Química é de suma importância para que sejam ensinados conceitos químicos de modo a auxiliar na formação crítica e social dos educandos. Deste modo, pesquisar a temática ambiental, como por exemplo, a geração do lixo e poluição, permite uma abordagem dos aspectos sociais e científicos, trazendo vivência para a Química (WARTHA, *et al.*, 2013).

Porém, para colocar este formato em prática é necessária uma contextualização e a introdução de interdisciplinaridade nas aulas de Química, despertando os alunos e formando cidadãos mais conscientes. As definições de cotidiano e contextualização são de grande relevância na área do ensino de Química, sendo aproveitados por professores, pesquisadores, autores, entre outros. No cotidiano o que se entende é a Escola fazendo a mediação entre as

práticas pedagógicas e as elevando; dado que a contextualização utiliza as mais variadas perspectivas desse cotidiano (WARTHA, *et al.*, 2013).

Os conhecimentos químicos defendidos nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+) possibilitam ao educando compreender não apenas os processos químicos, como também realizar a construção do conhecimento científico, associando-o com a aplicabilidade de tecnologias e suas implicações ambientais (BRASIL, 2002).

O importante é associar a teoria com o aprendizado, atentando ao perfil do educando e seus conhecimentos prévios. Por essa razão, há motivação do uso da temática Compostagem como um aprendizado experimental e, assim, discutir a teoria envolvida. Segundo Oliveira *et al.* (2008, p. 1) “a compostagem diz respeito a um processo que pode ser utilizado para transformar diferentes tipos de resíduos orgânicos em adubo que, quando adicionado ao solo, melhora as suas características físicas, físico-químicas e biológicas”.

Como a compostagem é um processo biológico de decomposição da matéria orgânica, a presença de água é imprescindível para as necessidades fisiológicas dos organismos, os quais não sobrevivem na sua ausência. A umidade adequada deveria estar entre 40 e 60%, sendo que 55% é considerada uma umidade ótima. Quanto à aeração, o teor de gás carbônico existente no interior da leira pode chegar a concentrações cem vezes maiores que o seu conteúdo normal no ar atmosférico. Faltando oxigênio na leira<sup>1</sup>, haverá formação e acúmulo de dióxido de carbono e metano, componentes característicos da fermentação anaeróbia (NORD, 2012).

O monitoramento da relação C/N (carbono/nitrogênio) durante a compostagem permite avaliar quando o composto atingiu a semicura ou bioestabilização, em relação C/N em torno de 18:1, e, depois, transformou-se no produto acabado ou humificado, em relação C/N em torno de 10:1. Quanto ao pH, durante o processo, o nitrogênio orgânico transforma-se em nitrogênio amídico e depois em nitrogênio amoniacal, dando à massa em decomposição um pH mais elevado, pela reação alcalina característica da amônia (NH<sub>3</sub>) (NORD, 2012).

A compostagem é produtora de adubo essencial ao solo para sua fertilidade e estrutura. É uma prática econômica, fácil e rápida, e promove a melhoria e a qualidade dos solos, propiciando aumento na produtividade. O reaproveitamento do lixo antes do seu descarte no Meio Ambiente, segundo Fadini e Fadini (2005), além de diminuir a poluição ambiental, minimiza os problemas de contaminação do solo e da água, trazendo uma melhoria

---

<sup>1</sup> As leiras são feitas de maneira estruturada com uma base de matéria vegetal seca principalmente galhos e material grosseiro provenientes de podas, ao receber os resíduos uma mistura é feita para garantir a inoculação do composto. O sistema funciona com aeração passiva, garantindo o processo termofílico de compostagem.

na qualidade de vida do cidadão, com oportunidades de geração de emprego e renda, a partir das possibilidades de reciclagem e reuso.

### 1.1 Justificativa

Ao considerar a relevância desta prática, inserir estratégias interdisciplinares visa à garantia de um ensino-aprendizagem mais amplo, bem como conduz o professor e o aluno a reflexões sobre situações-problema enfrentados no mundo real, que não são passíveis de uma única solução, tornando seu desenvolvimento mais amplo em comparação à aprendizagem obtida no ensino padrão.

As escolas devem desenvolver projetos educativos que podem contribuir efetivamente para minimizar os processos de degradação da natureza, oferecendo instrumentos objetivos para elaborar e reelaborar valores, condutas e atitudes. Novas formas de ensino e aprendizagem vêm ganhando espaço na Pedagogia, e os educadores devem se adaptar a essa nova realidade e adotar novas formas de aprendizagem. E, na direção desse entendimento de interdisciplinaridade que, associada às muitas propostas existentes para o ensino com estas particularidades, o presente trabalho procurou discutir a metodologia *STEAM Education (Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics)*, como capacidade para o ensino com base na interdisciplinaridade.

O que se observa nas salas de aula é que ensino tradicional tem se tornado cansativo, e isso faz com que os alunos fiquem desestimulados para estudar o assunto abordado. Além disso, trabalhar conteúdos de Química em sala de aula não é uma atividade fácil. Diante disso questiona-se: como ensinar as transformações químicas da matéria orgânica durante a compostagem doméstica utilizando a interdisciplinaridade associada à metodologia STEAM? Este tipo de ensinamento auxiliaria o aprendizado de Química, ao utilizar um assunto de grande interesse do ponto de vista ambiental?

A caracterização do STEAM como metodologia se dá por articular e aplicar os saberes das disciplinas das áreas de Ciências, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática, para que, incorporado à estrutura de conhecimentos do educando, dê sentido a uma situação concreta, tornando-se a introdução das artes motivada pela disposição artística que é indispensável na criação de novos produtos e tendo em conta a necessidade da criatividade no mundo contemporâneo (MACHADO; GIROTTO JÚNIOR, 2019).

Sendo assim, o trabalho visou buscar uma correlação entre o que foi apresentado na revisão bibliográfica sobre a metodologia STEAM e a possibilidade de trabalhar nova

temática nas aulas de Química, no campo das atividades interdisciplinares, por meio de uma atividade com o tema do currículo “Compostagem dos Resíduos Orgânicos”, com os alunos do Ensino Médio.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo geral**

O objetivo deste trabalho é construir o conhecimento de Química, ensinando os alunos a criar uma composteira, associada à metodologia STEAM.

### **2.2 Objetivos específicos**

- Analisar o processo de decomposição de resíduos orgânicos a partir da compostagem,
- Inserir conteúdos com questionamentos aos educandos sobre o processo de decomposição e os processos químicos associados, e avaliar o seu conhecimento.
- Conhecer diferentes estratégias de aprendizagem ativa.
- Implementar um processo de ensino-aprendizagem com a metodologia STEAM aos participantes da pesquisa.
- Criar produtos, na forma de Cartilha Pedagógica Educativa, que possa ser utilizada como apoio para educadores e educandos para uma aprendizagem sistêmica por meio de metodologia STEAM. Outro produto, será a criação do jogo.

### 3 REVISÃO DA LITERATURA

#### 3.1 Metodologia STEAM

A metodologia STEM – sigla para Ciências, Tecnologia, Engenharia e Matemática (do inglês: *Science, Technology, Engineering and Mathematics*), surgiu nos Estados Unidos na década de 1990 e início dos anos 2000, quando o país estava à beira de um colapso econômico e empregatício, pois haveria uma grande escassez de profissionais nas áreas de ciências, tecnologia, engenharia e matemática (BACICH; HOLANDA, 2020). Outro fator que acarretou o surgimento da abordagem, foi o fato de que os alunos estadunidenses apresentavam baixo desempenho em exames internacionais padronizados como o PISA (Programa Internacional de Avaliação de Alunos), considerado a principal referência mundial para avaliar a qualidade do ensino nos diferentes países (OCDE, 2021).

Segundo Pugliese (2017, p. 56),

Era nítido que a grande maioria das escolas e dos currículos não acompanhavam as transformações tecnocientíficas, tampouco as inovações pedagógicas, tornando o ensino de ciências pautado em um modelo arcaico e cada vez mais distante da realidade dos alunos.

Nos EUA, a metodologia STEM é a base de grande parte das reformas e programas educacionais recentes. Basicamente, tornou-se uma palavra-chave e, por isso acaba sendo incluída em qualquer proposta educacional criada no país. Várias escolas específicas foram criadas e, foi instaurada entre legisladores e educadores um direcionamento para que os alunos optassem pela carreira STEM.

Em resposta à necessidade de melhorias no ensino de Ciências e Matemática como forma de inclusão social e de aumento do interesse dos alunos em carreiras nas áreas de Tecnologia e Engenharia, o STEM foi apresentado pela Academia Nacional de Ciências, Engenharia e Medicina dos Estados Unidos como uma proposta de ensino globalizador. Baseado em projetos e, por meio da proposição de problemas, o STEM busca articular e aplicar os conhecimentos das disciplinas escolares para que, integrados à estrutura de conhecimento do indivíduo, possam ser significativos em uma situação concreta (SOUSA; PILECKI, 2013).

No entanto, embora proporcione a exploração de modo integrado de quatro áreas do conhecimento com oportunidades do ensino experimental que objetivam desenvolver a

observação, o questionamento e a resolução de problemas, não são contemplados, nessa proposta, processos de inovação e criatividade, essenciais no século XXI (RILEY, 2012).

É uma nova forma de se pensar educação, substituindo o depósito de instrução por metodologias mais ativas, como a aprendizagem baseada em projetos, oferecendo aos alunos a oportunidade de se envolverem na construção de seu conhecimento de forma pragmática.

Roman (2016) define STEM como uma combinação de conteúdos e processos de resolução de problemas para criar produtos e serviços, usando o processo de investigação científica, o processo de invenção e o processo de *design* de engenharia. Trata-se de levantar questionamentos e, em seguida, projetar uma solução que responda a eles.

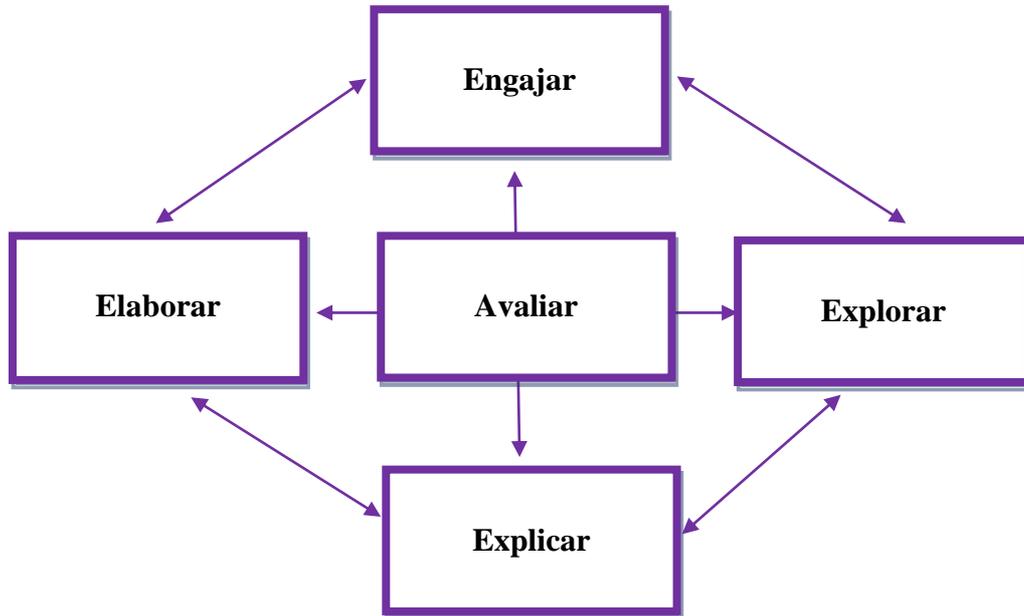
De acordo com Lantz (2009) o componente “E” de Engenharia da educação STEM, prioriza o processo e o *design* de soluções em vez de soluções em si, permitindo que os alunos explorem a matemática e a ciência em um contexto mais personalizado, ajudando-os a desenvolver habilidades de pensamento crítico. Este autor menciona que a Engenharia é o método que os estudantes utilizam para descobrir, explorar e resolver problemas.

Já o componente “T” de tecnologia proporciona uma compreensão mais profunda dos três outros componentes STEM. Permite que os alunos apliquem o que aprenderam, utilizando computadores com aplicativos para simulações e animações, por exemplo (LANTZ, 2009).

Em suma, Lantz (2009) menciona que para implementar a educação STEM e a aprendizagem baseada em projetos (PBL), a engenharia como disciplina deve ser enfatizada, já que a engenharia é uma disciplina centrada na solução de problemas. Este autor, menciona também que conseqüentemente, os currículos de educação STEM devem ser orientados por problemas de engenharia, projetos e desafios e enfatiza que o uso de aprendizagem baseada em projetos permite o ensino das habilidades, processos e conceitos subjacentes e de suporte das ciências, matemática e tecnologia, e por sua vez, torna o currículo transdisciplinar.

Um currículo STEM deve ser transdisciplinar na sua abordagem global, e fazer uso do ciclo de ensino e aprendizagem 5E para planejar atividades dentro do currículo (LANTZ, 2009). O ciclo 5E (Figura 1) consiste em estágios cognitivos de aprendizado que compreendem Engajar, Explorar, Explicar, Elaborar e Avaliar (DURAN, 2004).

Figura 1 - Ciclo de ensino e aprendizagem 5E (Envolver, Explorar, Explicar, Elaborar e Avaliar (*Evaluate*)).



Fonte: Duran (2004).

Dentro do ciclo 5E pode-se ir e voltar várias vezes entre os estágios, é um processo flexível e dinâmico (DURAN, 2004). Considerando as ponderações dos autores, pode-se dizer que STEM é um novo formato de educação em que as áreas da Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática encontram-se integradas de forma curricular de maneira tal que, desenvolvem habilidades como a capacidade para resolver problemas, o pensamento crítico, levantamento de hipóteses, tentativa e erro, dentre outras, as quais estão sendo cada vez mais exigidas para o exercício do cidadão do século XXI. Pugliese (2017) observa que a atenção do *STEM education* está voltada para as demandas cruciais do século XXI que envolvem conhecimentos e habilidades.

Assim, buscando a ampliação das formas de percepção do mundo, a integração das Artes ao STEM é proposta como uma forma de transformar o currículo pela complementaridade entre a visão subjetiva apresentada pelas Artes e as explicações objetivas das Ciências. A superação da oposição histórica entre ciências e artes contribuiria, nesta perspectiva, para a tomada de decisões reflexivas, buscando a criação de novas produções culturais (SOUSA; PILECKI, 2013).

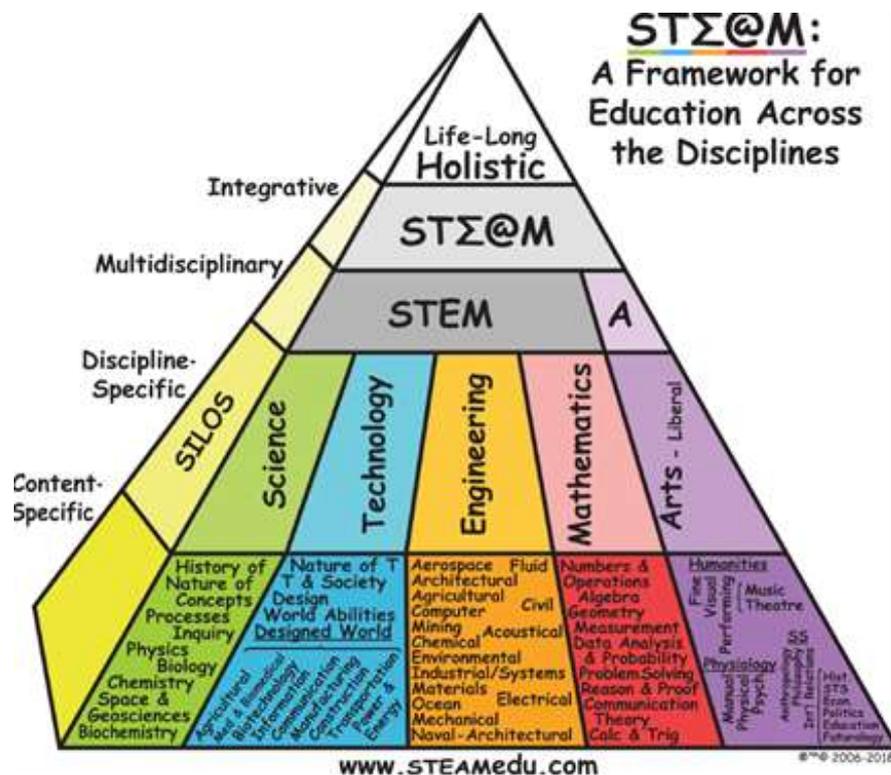
Na busca por uma reconceituação do ensino STEM surgiu o STEAM. Ao reconhecer a importância de incorporar as Artes e o Design na organização das atividades de ensino, a

proposta STEM recebe o “A” e, passa a ser reconhecida como STEAM. Impulsionado pelos conhecimentos das Artes e promovida em torno de uma questão essencial conectada à realidade e por meio de práticas criativas e reflexivas, o STEAM apresenta uma proposta de ensino em que não há sentido alinhar conceitos em metas específicas de uma única disciplina. Embora não se trate de uma ideia nova, as limitações e as diferentes interpretações sobre a integração de conceitos no contexto da Educação podem representar uma das razões pela qual essa prática, de fato, não ocorra com maior prevalência na escola (RILEY, 2014).

Jolly (2017) acredita que a Arte é um elemento natural do STEM, trabalhando lado a lado com a ciência, tecnologia, engenharia e matemática. Já para Gaskins (2017) o *design* não vem apenas do lado do STEM e sim da arte e da expressão artística ou criativa.

Para Dourado (2017) o “A” no STEAM não é apenas uma adição aos campos da ciência e tecnologia; é um reconhecimento de como as artes e as humanidades desempenham um papel inerente na investigação científica. Em seus estudos sobre alfabetização funcional (capacidade de transferir conhecimento entre as disciplinas), práticas de aprendizagem construtivistas, Ciência e Tecnologia na Sociedade (CTS) e educação holística, Yakman (2010) propôs o que chamou de Pirâmide STΣ@M (Figura 2).

Figura 2 - Pirâmide Conceitual para ensino STEAM

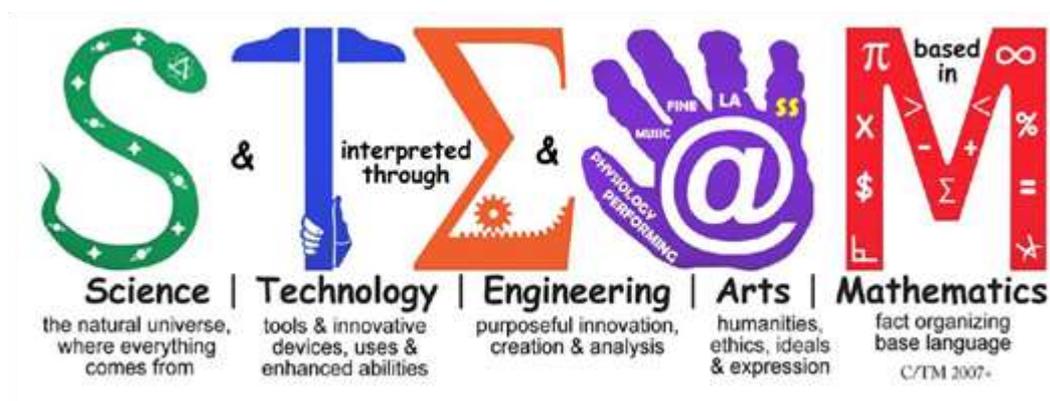


Fonte: Yakman (2010).

Sua primeira interpretação para explicar as relações STEAM foi: vive-se em um mundo onde você não consegue entender a Ciência sem Tecnologia, que ocupa a maior parte de sua pesquisa e desenvolvimento em Engenharia, que você não pode criar sem uma compreensão das Artes e da Matemática (YAKMAN, 2010).

Após aprofundar mais suas pesquisas, Yakman (2010) percebeu que as artes contêm todas as divisões que interagem com os outros campos, com a possibilidade para moldar a direção do desenvolvimento, mudando então sua interpretação de STEAM para STΣ@M. STΣ@M = Ciência & Tecnologia, interpretado através da Engenharia & das Artes, baseado em elementos Matemáticos (Figura 3).

Figura 3 - Interpretação do acrônimo STEAM



Fonte: Yakman (2010).

A abordagem STEAM é um tipo de educação voltada para alcançar os jovens em várias frentes simultâneas, de modo muito mais abrangente e sem a segmentação observada nas salas de aula. Seu principal objetivo é trabalhar conceitos de várias áreas do conhecimento simultaneamente, de forma com que o aluno consiga entender o conteúdo proposto e conseguir aplicá-lo em outros ramos científicos. Segundo Garfalo (2019), “na abordagem STEAM, várias matérias são vistas simultaneamente de maneiras inusitadas, fazendo com que o aluno entre em contato com vários novos conceitos ao mesmo tempo.”

No Brasil o movimento ainda é tímido. Segundo Lima *et al.* (2019), “é possível perceber certa incipiência do movimento no Brasil através de programas educacionais de apoio ao ensino de ciências, algumas empresas com produtos educacionais e até mesmo escolas que buscam criar um programa STEAM.”

Para o contexto brasileiro, a necessidade da expansão da metodologia STEAM vem com o crescente avanço das escolas técnicas. Segundo Brasil (2020), a Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica se configura hoje como importante estrutura para que todas as pessoas tenham efetivo acesso às conquistas científicas e tecnológicas. Ainda afirma que para atender essa modalidade de ensino, essas instituições vêm buscando diversificar programas e cursos com o intuito de elevar os níveis da qualidade da oferta.

Pugliese (2017) realizou uma pesquisa para avaliar dois programas educacionais baseados em STEAM, um brasileiro (programa ACES) e outro *estadunidense* (programa MESA), para compreender de que forma pode caracterizá-los em relação aos modelos pedagógicos de ensino de ciências. Os resultados indicaram que os programas STEM estudados apresentam um hibridismo de modelos pedagógicos, o que indica a necessidade de uma orientação metodológica mais bem definida que para o desenvolvimento de dois elementos: a formação docente para o ensino de ciências e a construção de uma visão abrangente sobre a natureza da ciência e seus aspectos sociais.

Promover uma Educação Científica que fomente o surgimento de habilidades e competências necessárias para o século XXI é, sem dúvida, um grande desafio para todos os níveis de ensino. Cleophas (2020) para contribuir com proposições que possam agregar benefícios ao processo de ensino e aprendizagem de Ciências/Química, mostra o uso da gamificação no ensino de Química quando integrado a uma abordagem STEAM.

O estudo a ser realizado busca uma didática nova no ensino de Química que visa agregar aprendizagem dentro de um contexto educacional atual, enfatizando a necessidade de uma prática pedagógica com enfoque tradicional, aplicado referente a conceitos curriculares empregados no ensino de Química, apresentada com uso da tecnologia em uma estratégia gamificada<sup>2</sup>, com base na abordagem STEAM para a promoção dos conhecimentos sobre compostagem.

---

<sup>2</sup> Do inglês *gamification*, é o uso de técnicas características de videogames em situações do mundo real, aplicadas em variados campos de atividade, tais como a educação, saúde, política e desporto, com o objetivo de resolver problemas práticos ou consciencializar ou motivar um público específico para um determinado assunto, tornando conteúdos densos em materiais mais acessíveis, normalmente não associado a jogos (DICIONÁRIO INFOPÉDIA DA LÍNGUA PORTUGUESA, 2021). Foi a partir do ano de 2010 que a gamificação passou a ganhar simpatizantes, ainda que o termo tenha sido patenteado em 2003 por Nick Pelling, um admirador por programação de computadores, baseia contextos que não são jogos, para uma atividade didática orientada (CLEOPHAS, 2020).

### 3.2 Compostagem

No Brasil o lixo orgânico é um grande problema no que tange ao seu destino. Nos últimos anos a quantidade de lixo orgânico cresceu muito e não possui, em grande parte dos municípios do país, um destino adequado. Os resíduos orgânicos possuem grande capacidade de poluição do meio ambiente. Segundo a *World Commission on Environment and Development* a atividade mais sustentável para o lixo orgânico é a compostagem, uma vez que atende as necessidades das gerações atuais sem que haja o comprometimento das próximas gerações em suprir suas próprias necessidades (COSTA *et al.*, 2016).

A compostagem é um processo biológico aeróbio de decomposição de matéria orgânica (animal ou vegetal), por meio dos quais microrganismos convertem a parte orgânica dos resíduos sólidos urbanos em um material bioestabilizado, conhecido como composto orgânico (OLIVEIRA *et al.*, 2005).

O composto resulta da degradação biológica da matéria orgânica em presença do oxigênio do ar, sobre condições controladas pelo homem. Os produtos gerados na decomposição são: gás carbônico, calor, água e matéria orgânica compostada. Esse material apresenta propriedades e características completamente diferentes do material que lhe deu origem e pode ser usado como enriquecedor do solo, minimizador de áreas erodidas e na própria compostagem, na cobertura das pilhas mais recentemente formadas, além de representar fonte de macro e micronutrientes para as plantas em geral (OLIVEIRA *et al.*, 2008).

Entende-se que a compostagem é produtora de compostos orgânicos do lixo, uma prática primitiva e que aparece atualmente como uma manifestação do modo de pensar do ser humano moderno.

De acordo com Teixeira (2002, p. 121) compostagem pode ser definida como:

Um processo controlado de decomposição microbiana, de oxidação e oxigenação de uma massa heterogênea de matéria orgânica e nesse processo ocorre uma aceleração da decomposição aeróbica dos resíduos orgânicos por populações microbianas, concentração das condições ideais para que os microrganismos decompositores se desenvolvam, (temperatura, umidade, aeração, pH, tipo de compostos orgânicos existentes e tipos de nutrientes disponíveis), pois utilizam essa matéria orgânica como alimento e sua eficiência baseia-se na interdependência e inter-relacionamento desses fatores. O processo é caracterizado por fatores de estabilização e maturação que variam de poucos dias a várias semanas, dependendo do ambiente.

Aproveitar os resíduos orgânicos domiciliares como adubo para a produção agrícola exige certos conhecimentos que viabilizam sua adequada forma de prepará-los na garantia de

um produto consolidado e de boa qualidade, que guarneça nutrientes e condicione o solo de modo adequado (LOUREIRO, *et al.*, 2007).

O processo da compostagem ocorre naturalmente, argumentam Oliveira *et al.* (2008), referindo-se à degradação de matéria orgânica no Ambiente.

A compostagem é um processo de decomposição aeróbica, em que há desprendimento de gás carbônico, água na forma de vapor e energia por causa da ação dos microrganismos. Parte da energia é usada pelos microrganismos para crescimento e movimento, e a restante é liberada como calor, que se procura conservar na pilha de compostagem (Figura 4).

Figura 4 - Pilha de compostagem



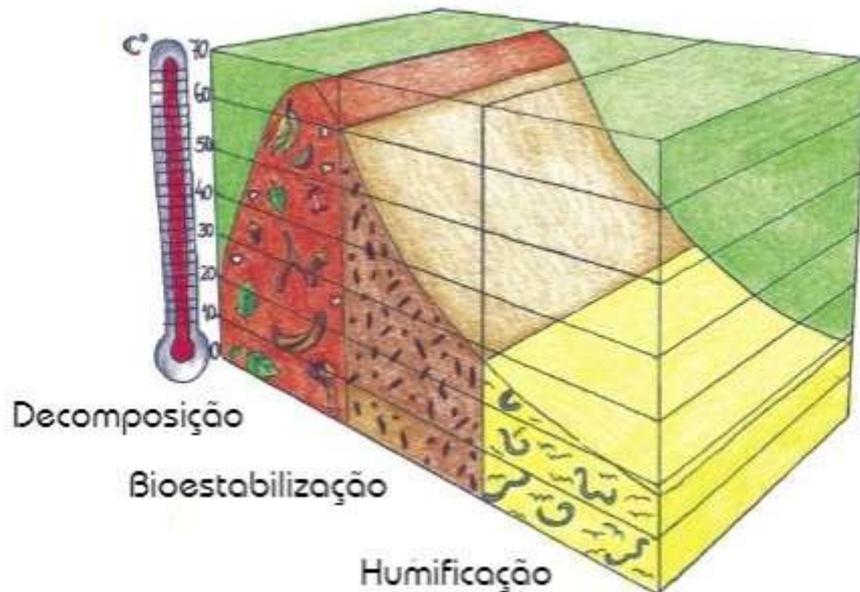
Fonte: (Godinho; Gonçalves, 2010).

Como resultado, a pilha atinge uma temperatura elevada, resfria e atinge o estágio de maturação. O composto, produto da compostagem, é um material homogêneo e relativamente estável (GODINHO, GONÇALVES, 2010). De acordo com Nunes (2009), o processo de compostagem ocorre por meio de três fases básicas: a primeira, denominada de decomposição; a segunda, bioestabilização e a terceira, denominada de humificação (Figura 5).

Na primeira etapa ocorre a decomposição da matéria orgânica. A temperatura nesta fase pode chegar a 70°C. Dentro desta etapa existe a fase mesofílica em que predominam temperaturas moderadas, até cerca de 40 °C, com duração média de quinze dias. Em seguida entra-se na fase termofílica em que o material atinge sua temperatura máxima 70°C e é degradado mais rapidamente por fungos e bactérias. Esta fase pode ter a duração de poucos

dias e pode se estender até dois meses, de acordo com as características do material sendo compostado.

Figura 5 - Fases da compostagem



Fonte: Nunes (2009).

Na fase de bioestabilização ocorre a atuação das bactérias e fungos. A temperatura começa a decair e fica na faixa de 30 a 45° C por alguns dias. Na fase de maturação ou humificação, a celulose e a lignina são transformadas em substâncias húmicas, quando haverá uma diminuição da atividade microbiana, com a temperatura baixando gradativamente e se aproximando da temperatura ambiente. É um período de estabilização. A maturidade do composto ocorre quando a decomposição microbiológica se completa e a matéria orgânica é transformada em húmus, livre de toxicidade, metais pesados e patógenos.

Os principais fatores que influenciam no processo de compostagem são umidade, aeração, temperatura, relação C:N (todos os materiais orgânicos contêm uma mistura de Carbono (C) e Nitrogênio (N)) e tamanho das partículas. No processo de decomposição da matéria orgânica, a umidade garante a atividade microbiana. Isso porque, toda a atividade metabólica e de reprodução dos microrganismos e dos outros organismos que atuam no processo de compostagem dependem da água. Uma das maneiras de verificar o teor de

umidade é apertar o composto com as mãos: se ele tiver uma concentração de água adequada, é possível sentir a umidade e a agregação do material (CAVALCANTE, 2016).

Na aeração o oxigênio é de vital importância para os microrganismos que realizam a decomposição dos resíduos orgânicos, pois a decomposição é um processo de oxidação biológica das moléculas ricas em carbono, com liberação de energia. Essa energia então é consumida pelos organismos, e os nutrientes liberados são consumidos pelas plantas.

Um dos fatores de grande relevância no processo de transformação da matéria orgânica é a temperatura do ambiente onde se realiza o processo. Na compostagem de resíduos orgânicos, em montes, ou em condições controladas, o calor desenvolvido se acumula, e a temperatura pode chegar à cerca de 80°C. É desejável que varie de 60°C a 70°C nos primeiros 25 dias de compostagem e depois naturalmente a temperatura diminui. A temperatura e a umidade podem ser monitoradas com uma barra de ferro de construção introduzida na pilha. Esta deve ser retirada diariamente, observando-se ao ser retirada se: - está quente e molhada, não há necessidade de molhar a pilha do composto; - caso esteja seca, deve-se molhar bem a pilha, até aparecer água por baixo (SARTORI *et al.*, 2010).

A compostagem consiste em se criar condições e dispor, em local adequado, as matérias-primas ricas em nutrientes orgânicos e minerais, que contenham especialmente, relação C:N favorável. A relação carbono e nitrogênio (C/N) deve ser em torno de 30/1; isso quer dizer que para cada parte de nitrogênio, na forma de esterco, devem estar presentes 30 partes de carbono na forma de palhada, para que a compostagem se realize com eficiência (SARTORI *et al.*, 2010).

As partículas dos materiais não devem ser muito pequenas, para evitar a compactação durante o processo, comprometendo a aeração. Por outro lado, resíduos como colmos inteiros retardam a decomposição por reterem pouca umidade e apresentarem menor superfície de contato com os microrganismos (exemplo, colmos de milho). Restos de culturas de soja e feijão, gramas, folhas, por exemplo, podem ser compostados inteiros (SARTORI *et al.*, 2010).

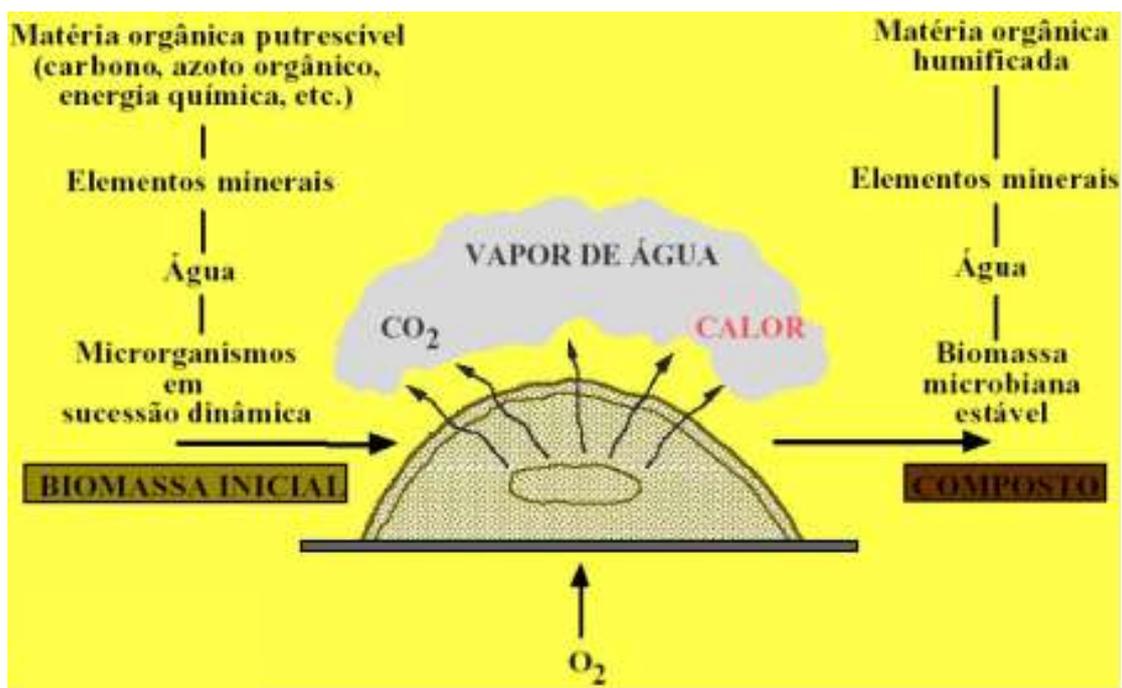
A compostagem nada mais é do que um processo biológico em que micro-organismos transformam a matéria orgânica, como talos, restos e cascas de alimentos de origem vegetal, em adubo natural, semelhante ao solo, a Figura 6 apresenta o esquema da compostagem.

A compostagem doméstica dá um destino útil ao lixo orgânico com a reciclagem ecológica, transformando os restos de alimentos em adubos de forma sustentável. Pensando estimular a reciclagem de materiais orgânicos em domicílios, a Prefeitura de São Paulo criou, com base em Schneider (2015), em parceria com a empresa de soluções ambientais Morada da Floresta, o projeto Composta São Paulo, cujo objetivo é levar aos lares paulistanos um

incentivo à prática da compostagem doméstica orgânica (PREFEITURA DE SÃO PAULO, 2021).

O projeto que foi apresentado no dia 4 de setembro de 2015 no IV Congresso Nacional de Resíduos da Universidad Agrária La Molina, em Lima, Peru, por Dan Moche Schneider, foi traduzido e contextualizado para gestão dos resíduos sólidos da Cidade de São Paulo. A compostagem *in situ* passou a ser objeto de política pública de São Paulo a partir do PGIRS (Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos), publicado em 2014. Nesse mesmo ano foram distribuídas composteiras a dois mil domicílios, e no início do projeto houve uma recuperação de 80% de todos os resíduos recicláveis secos e orgânicos compostáveis (PREFEITURA DE SÃO PAULO, 2021).

Figura 6 - Esquema da compostagem



Fonte: Sartori *et al.* (2010).

Houve incentivo, da compostagem *in situ*, pela administração pública de São Paulo, por meio da cessão de composteiras a domicílios unifamiliares. Foram entregues kits de compostagem doméstica com minhocas para 2.006 domicílios da cidade de São Paulo. Os kits contemplaram uma composteira de 3 caixas plásticas, duas para o processo de compostagem e

uma para a coleta do líquido produzido durante o processo, acessórios e manual impresso (Figura 7) (PREFEITURA DE SÃO PAULO, 2021).

A estratégia de comunicação foi essencial para os ótimos resultados iniciais. A vinculação da prática da compostagem doméstica com participação e responsabilidade cidadã foi fator fundamental para o engajamento da população.

Figura 7 - Kit Composteira



Fonte: Prefeitura de São Paulo (2021).

Composteira doméstica é uma solução sustentável, simples e barata para que seja dado destino correto aos resíduos orgânicos das residências. Para fazer uma composteira doméstica, por meio de materiais reutilizados, é preciso: 3 baldes com tampa de aproximadamente 40cm de altura cada um; uma faca e uma furadeira. No primeiro balde fazer um furo grande para inserir a torneira, que servirá para retirar o chorume produzido na compostagem. Com o estilete fazer um corte na parte central da tampa, deixando uma borda de dois dedos, para apoiar o balde de cima. No segundo balde precisa ser feito furos com furadeira e broca de 4mm - os furos servirão para a passagem do chorume. Fazer furos nas laterais da parte superior do balde com furadeira e broca de 1,5mm. Os furos servirão para entrada de ar. E por fim, corte a tampa com o estilete, como foi feito na tampa do primeiro balde. A Figura 8 mostra o passo a passo de uma composteira. No terceiro balde, os furos serão iguais aos feitos no segundo balde. Os furos de baixo serão para passagem das minhocas de um balde para outro. A tampa do terceiro balde precisa ficar inteira para fechar a composteira (PREFEITURA DE SÃO PAULO, 2021).

Segundo Brasil (2017), os resíduos orgânicos representam cerca de 50% dos resíduos urbanos gerados no Brasil, que podem ser reciclados por meio da compostagem, em qualquer

escala, desde a doméstica até a industrial. Além disso, a reciclagem de resíduos orgânicos não necessita de grandes exigências tecnológicas para que o processo possa ser realizado com segurança, de forma que a compostagem tem tido grande êxito em ações de educação em física, química e biologia.

Figura 8 - Montagem de Composteira



Fonte: Prefeitura Municipal de São Paulo (2021).

Além da importância das ciências no processo de compostagem, existe a necessidade da interdisciplinaridade no dia a dia da comunidade escolar, tendo o papel de relacionar e agregar valores para vida, interligando as disciplinas e metodologias que trabalhem num âmbito escolar estruturando conhecimentos permanentes (BONATO, *et al.*, 2012).

Também, dimensionando olhares para a positividade de interligar as disciplinas e de trabalhar em conjunto sem isolar conteúdos, aliando novos conhecimentos, trabalhando de forma interdisciplinar, com o propósito de promover uma interação entre o aluno, professor e cotidiano (CROVADOR, 2017).

### 3.3 Interdisciplinaridade

Segundo Leis (2005) o entendimento sobre a interdisciplinaridade está na condição fundamental do ensino e da pesquisa no mundo contemporâneo. Diante disso, é verificada a importância, para a melhoria dos resultados do ensino básico e do superior, na busca em compreender a definição para o termo, como também da investigação dos modos de construção de uma Sequência de Ensino Interdisciplinar (SEI) e dos entraves existentes que podem vir a acontecer na aplicação e realização de uma proposta curricular fundamentada na interdisciplinaridade (ID).

No contexto da proposta de afastar o ensino de caráter mecânico, reprodutivo e indiferente aos conteúdos pedagógicos, o propósito de encontrar estratégias interdisciplinares, de modo a garantir que o processo de ensino-aprendizagem tenha um sentido mais amplo, de forma que educadores e educandos encontrem uma maneira de conduzir a situação-problema do mundo real, cujo são passíveis de uma única solução, sobre os problemas da situação, esses problemas não se aplicam a uma única solução, o que torna mais amplo o processo de aprendizagem convencional diante do ensino de disciplinas tradicionais (LAMEGO; SANTOS, 2017).

No Brasil, desde a década de 1970, o tema interdisciplinar, como prática educacional tem sido debatido e analisado, e corrobora com as finalidades da educação e do desenvolvimento da aprendizagem entendido de natureza crítico e de propostas reflexivas, motivados por um propósito cuja formação tenha o envolvimento ativa dos educandos (SILVA, 2014).

Ainda que haja uma motivação nas pesquisas voltadas à interdisciplinaridade e ao estudo de construção interdisciplinar do ensino, há muitos trabalhos realizados em investigações acerca de procedimentos interdisciplinares encontrando dificuldades diante de temas e abordagens disciplinares. No Brasil, segundo Lamego e Santos (2017) observa-se uma diminuição na produção científica nas últimas edições do ENPEC – Encontro Nacional de Pesquisas em Ensino e Ciências, com conteúdos a serem discutidos sobre a noção de interdisciplinaridade.

De acordo com Japiassu (1976) o termo interdisciplinaridade, no primeiro momento, pode ser compreendido como um diálogo entre disciplinas, porém, ele deve ser conduzido pela existência de um propósito comum às disciplinas envolvidas.

A palavra interdisciplinaridade cruzou fronteiras e, ainda continua dando volta ao mundo. Porém, percebe-se que o uso da palavra é feito de modo substancial e simplificado, correlacionado a ações multidisciplinares pelo simples fato de mirar em mais de uma disciplina em um mesmo ambiente de ensino, ainda que sua definição inicial e as muitas

pesquisas elaboradas objetivem não se limitar ao contato entre áreas do conhecimento (LENOIR, 2005).

Para Fazenda (2002, p. 206-207)

[...] se definirmos Interdisciplinaridade como junção de disciplinas, cabe pensar currículo apenas na formatação de sua grade. Porém, se definirmos Interdisciplinaridade como atitude de ousadia e busca frente ao conhecimento, cabe pensar aspectos que envolvem a cultura do lugar onde se formam professores e ainda complemento, e onde atuam como profissionais

A Educação Contemporânea se apresenta como quebra de paradigmas e de transformação do processo educacional, pois traz um novo conceito de que o ensino não é uma mera transmissão de conhecimento e valoriza a construção deste, como opilar que forma o cidadão para o pleno exercício da cidadania. Considera-se que o passo para que essa quebra de paradigmas ocorra seja a implantação, nas salas de aulas, de trabalhos que integrem as disciplinas com um mesmo objetivo e que uma enriqueça a outra, o que é característico do trabalho interdisciplinar.

Fazenda (2002, p.11) afirma que “interdisciplinaridade é uma nova atitude diante da questão do conhecimento, de abertura à compreensão de aspectos ocultos do ato de aprender e dos aparentemente expressos, colocando-os em questão”. A introdução e a permanência de um trabalho interdisciplinar não são fáceis; não é apenas interligar as disciplinas, depende muito da postura dos sujeitos envolvidos. Todos devem estar dispostos a ensinar e a aprender, tendo em vista que a interdisciplinaridade transforma o exterior, mas para que isso aconteça, o interior de cada autor deve estar aberto às mudanças.

Fica claro que, para Fazenda (2002), a interdisciplinaridade possui um poder de influenciar os comportamentos e os projetos pedagógicos, ou seja, busca relacionar os valores e atitudes do ser humano que compõem o professor.

### **3.4 Ensino de Química**

De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais a química está inserida na área de conhecimento: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Considerada como ciência, a Química estuda a natureza da matéria, suas transformações, como também a energia envolvida nesses procedimentos. Entretanto, a Química é estudada de maneira separada das outras ciências a partir do primeiro ano do Ensino Médio, e nesse ciclo, entre os principais objetivos de aprendizagem da disciplina estão as noções científicas, físicas e naturais atualizadas, assim como também, o desenvolvimento de metodologias que fazem uso de

estratégias para que seja diminuída a distância entre a ciência e o senso comum. (BRASIL, 2012).

No ensino-aprendizagem da Química é necessário que o educando seja capaz de refletir, em especial, sobre tudo aquilo que ler e o que ver, pois por meio da sua reflexão, acontecerá o desenvolvimento crítico que viabiliza a compreensão e o relacionamento entre conteúdos curriculares com o cotidiano e o meio em que vive. Contudo, prevalecem alguns problemas pertinentes ao ensino da Química, que são: o alto grau de distração no entendimento das teorias, a falta de experimentos que contribuam para a construção dos conceitos ou a falta de condições para realizá-los e a ausência de textos quanto à evolução das ideias científicas com o passar dos tempos. (CLEMENTINA, 2011).

Em relação ao ensino da Química, esta deve ser ensinada de forma que os alunos consigam refletir sobre aspectos importantes do seu cotidiano, apropriando-se do conhecimento para participar de contextos concretos e entender assuntos que aparecem rotineiramente em sua vida (ANDRADE; VENTURA; MACIEL, 2014).

Vygotsky (2007) explica que para que a aprendizagem se torne efetiva é necessário que o aluno exerça um papel ativo no processo de aprendizagem, de forma que possa apresentar condições de relacionar o novo conteúdo a seus conhecimentos prévios, cabendo ao professor o papel de criar zonas de desenvolvimento proximal, ou seja, proporcionar condições e apresentar situações para que o aluno transforme e desenvolva em sua mente um processo cognitivo mais significativo.

Contudo, embora a Química esteja presente no cotidiano dos alunos e estes já possuam consigo conhecimentos prévios (ainda que não saibam), é comum que os estudantes não consigam fazer a interligação do conteúdo de química com sua relevância no dia a dia, tornando-se necessário que o professor faça a ponte entre ambos para a construção do saber (FARIAS; OLIVEIRA A. C.; OLIVEIRA, J. C. C., 2011).

Neste sentido, Augusto e Caldeira (2007) afirmam que a utilização de aulas interdisciplinares pode ser uma boa estratégia educacional para dirimir as dificuldades de aprendizagem dos alunos, uma vez que atende à necessidade intrínseca que o ser humano tem de conectar conhecimentos, relacionar e de contextualizar.

Sendo assim, um ensino de ciências com essa perspectiva que procura assumir a formação de jovens com esse perfil, não deve estar relacionado aos meios do ensino conhecidos como tradicionais, onde o professor é o mero transmissor dos conhecimentos ou aplicador de técnicas aos alunos, de forma objetiva e inquestionável (BRASIL, 2012).

Por este motivo, a utilização da interdisciplinaridade no ensino de Química pode ser

uma forma de atribuir sentido aos conceitos que poderão ser utilizados na vida dos estudantes. É importante lembrar, porém, que os temas não devem abranger somente o cotidiano dos alunos, mas, também, considerar as situações importantes para a sociedade como um todo (MILARÉ; ALVES FILHO, 2010).

No que se refere a prática docente, GOMES, PUGGIAN, ALBUQUERQUE (2013) falam que cabe aos professores a tarefa de compreenderem o quão relevante pode ser essa integração de saberes e, desta forma, iniciarem uma atitude interdisciplinar que se associe ao empenho de mudanças na prática docente, tornando o trabalho educacional mais significativo e mais produtivo para eles mesmos e, especialmente para seus alunos.

No entanto, deve-se salientar que o contexto escolar se estrutura de forma a dificultar a prática da interdisciplinaridade, principalmente quando se fala no currículo, que é normalmente elaborado de forma fragmentada, dificultando a integração dos conteúdos. Outro problema associado à falta do uso da prática interdisciplinar, está no que refere Mesquita e Soares (2012) que alegam que muitos cursos de Ensino Superior de licenciatura carecem de disciplinas que preparem futuros professores para a integração do conhecimento, uma vez que em suas próprias disciplinas e matrizes curriculares a interdisciplinaridade não é trabalhada.

Nesse sentido, a interdisciplinaridade será articuladora do processo de ensino e de aprendizagem na medida em que se produzir como atitude (Fazenda, 2002), como modo de pensar (Morin, 2005), como pressuposto na organização curricular (Japiassu, 1976), como fundamento para as opções metodológicas do ensinar (Gadotti, 2004), ou ainda como elemento orientador na formação dos profissionais da educação.

O processo educativo tem como desafio desenvolver capacidades e estimular o educando a aprender a pensar; didaticamente falando, um grande desafio, pois a escola precisa rever o seu planejamento, criar formas lúdicas, desafiadoras, estimuladoras e que trabalhem as estruturas conceituais que propiciem ao educando descobrir formas de resolver problemas, e usar suas resoluções no dia a dia. É pensando assim que cria estratégias que tornam o ensino-aprendizagem mais significativo, aplicando oficinas temáticas, consentindo uma teoria mais congruente em determinados conceitos químicos.

## 4 METODOLOGIA

No primeiro momento tratou-se de uma pesquisa bibliográfica, com levantamento de dados sobre a metodologia STEAM, compostagem, interdisciplinaridade e ensino de química, referente a histórico e suas definições em trabalhos publicados em páginas de Internet e livros, para buscar o entendimento em que se baseiam, quais são os aspectos fundamentais e o modo que vem se construindo a integração das áreas.

Este trabalho foi por meio de um estudo de caso e estudo do meio, a partir da análise qualitativa e quantitativa, do material construído ao longo do processo da investigação. Essa análise buscou compreender o processo de flexibilidade sócio-científico por meio de vivências, experiências, acontecimentos, vividos pelos próprios educandos, percorrendo desde os detalhes mais sutis até o contexto mais amplo.

Segundo Yin (2005), o estudo de caso pode ser tratado como importante estratégia metodológica para a pesquisa em Ciências Humanas, pois permite ao investigador um aprofundamento em relação ao fenômeno estudado, revelando nuances difíceis de serem enxergadas “a olho nu”. De acordo com o autor, quando iniciamos uma pesquisa, isto é, projetamos uma pesquisa, devemos nos ater a quatro questões básicas: Qual é o problema a ser investigado? Por que é relevante estudar tal problema? Que objetivos se pretende alcançar? E, finalmente, como executar tal pesquisa?

O Estudo do Meio pode ser compreendido como um método de ensino interdisciplinar que visa proporcionar, para alunos e professores, contato direto com uma determinada realidade, um meio qualquer, rural ou urbano, que se decida estudar. Esta atividade pedagógica se concretiza pela imersão orientada na complexidade de um determinado espaço geográfico, do estabelecimento de um diálogo inteligente com o mundo, e com o intuito de verificar e de produzir novos conhecimentos (LOPES; PONTUSCHKA, 2009). O presente trabalho de pesquisa foi desenvolvido com os alunos do Ensino Médio. O público-alvo foram 92 alunos da E.E. Deputado Claro César, escola urbana, na cidade de Pindamonhangaba, São Paulo, com idade entre 15 e 17 anos.

O trabalho foi dividido em quatro fases. A primeira fase foi a aplicação de questionário diagnóstico pré-teste (Apêndice), com conteúdo disponibilizado no *Google Forms*. Na segunda fase os alunos construíram uma composteira em sala de aula, com avaliação de todo o processo pelo professor-pesquisador. Na terceira fase os alunos desenvolveram e aplicaram o “jogo” sobre a compostagem. Este desenvolvimento gerou como produto uma Cartilha, na forma de *e-Book* (Anexo B), que permitirá que outros

professores apliquem a metodologia em suas realidades de trabalho. Na quarta e última fase foi aplicado novamente o questionário, agora chamado de pós-teste (Apêndice). Os resultados em cada fase foram avaliados criteriosamente, sendo feita análise e discussão desses resultados de cada etapa de aplicação do projeto.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 Fases 1 e 4: Aplicação do Pré-teste e do Pós-teste

No primeiro momento foram apresentadas aulas sobre o tema Compostagem. Depois da apresentação da aula, foram feitas perguntas que despertassem interesse nos educandos e eles respondiam com outras perguntas, esperando que fossem dadas respostas certas, fazendo com que tivessem respostas prontas. Por isso a necessidade de uma aprendizagem experimental. Segundo Cajaiba e Santos (2014) é de suma importância tratar de assuntos ambientais em sala de aula de ensino básico e, o professor deve estimular um trabalho de conscientização sobre certos assuntos.

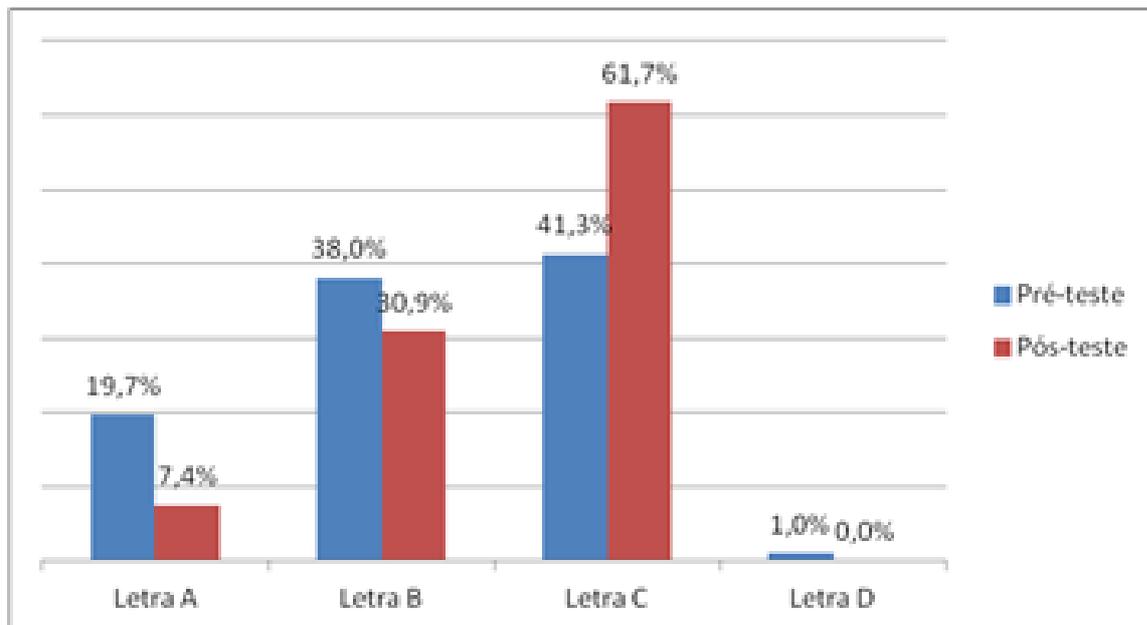
A partir de então se deu início ao processo de pesquisa com aplicação do questionário com 10 perguntas fechadas, por meio da plataforma *Google Forms*, com objetivo de conhecer as concepções dos alunos sobre compostagem. Nessa primeira interação com o grupo foi para explicar como seria a organização das atividades para cada encontro, de forma estruturada e adequada, que possibilitou uma análise do processo a ser percorrido.

A aplicação do questionário se deu em dois momentos: no pré-teste, o questionário foi aplicado no mês de fevereiro/2022 (pré-teste), no período de pandemia, porém ainda com aulas presenciais, e a segunda aplicação foi no mês de novembro/2022 (pós-teste); ambos com conteúdo disponibilizado no *Google Forms*. Referente ao número de alunos, importante ressaltar que no pré-teste foram 92 alunos, e no pós-teste foram 81 alunos, havendo uma diminuição no total de 11 alunos que foram transferidos ou abandonaram os estudos.

Deste modo, os alunos foram questionados sobre o que é Compostagem. No pré-teste 38 alunos (41,3%) concordaram que “a Compostagem é uma técnica milenar, praticada pelos chineses há mais de cinco mil anos, nada muito diferente do que a natureza faz há bilhões de anos, e que consiste na transformação de resíduos orgânicos em substâncias inorgânicas pela ação de organismos vivos” (letra c). Outros 35 (38%) responderam que “a Compostagem é uma técnica que consiste em transformar resíduos inorgânicos em substâncias orgânicas pela ação de organismos vivos” (letra b). Outros 18 (19,7%) alunos responderam que “a Compostagem é um processo de transformação de água, que na natureza, pode ser encontrada nos estados sólido, líquido ou gasoso” (letra a). Mas, teve também 1 (1%) aluno que respondeu que “A compostagem é um processo, extremamente complexo, realizado nas usinas nucleares para geração de energia em ambientes totalmente controlados” (letra d).

No pós-teste grande maioria, 50 (61,7%) alunos, concordaram com a letra c. Outros 25 (30,9%) responderam a letra b. Outros 6 (7,4%) alunos responderam a letra a. Não houve nenhuma resposta para letra d. A resposta certa é a letra C. O Gráfico 1 mostra os resultados aplicado nos dois testes.

Gráfico 1 - O que é compostagem (Pré-teste e Pós-teste)



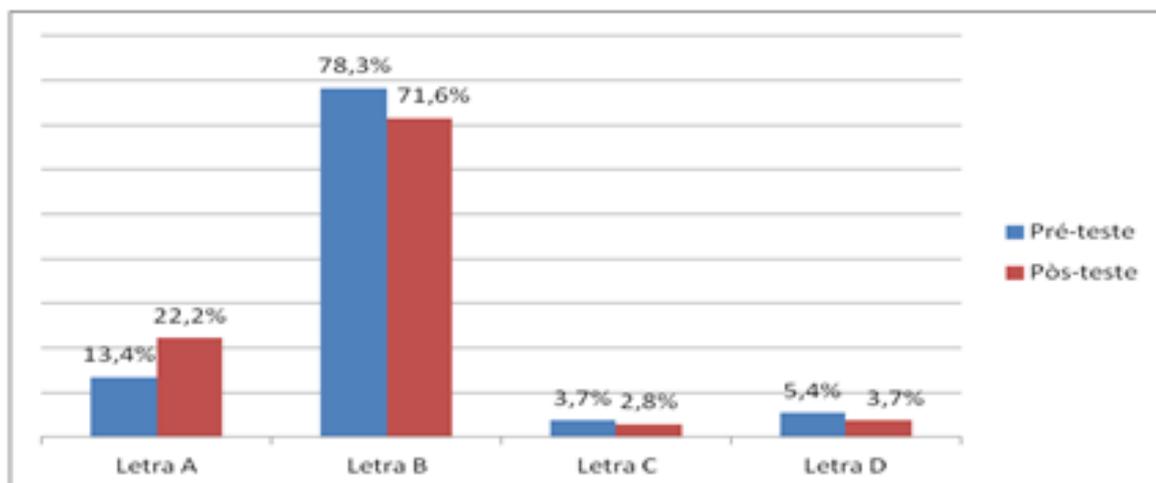
Fonte: Autor

A Compostagem é uma técnica idealizada para obter, no mais curto intervalo de tempo, a estabilização ou humificação da matéria orgânica (composto orgânico) que na natureza se dá em tempo indeterminado, pois é um processo controlado de decomposição microbiana de uma massa heterogênea de resíduos no estado sólido e úmido (NUNES, 2009).

Devido à Compostagem ser um processo aeróbio, necessitando obrigatoriamente de oxigênio ( $O_2$ ), torna-se necessário oxigenar o composto, a partir do qual é promovida a chegada de  $O_2$  às várias camadas da pilha de compostagem (DIAZ; SEVEGE, 2007). Diante desta explicação os alunos foram questionados sobre o gás mais importante para o bom andamento do processo de Compostagem (Gráfico 2). No pré-teste as respostas foram no total, 72 (78,3%) alunos responderam o “oxigênio”, corretamente (letra b); 12 (13,4%) alunos responderam “nitrogênio” (letra a); 5 (5,4%) responderam “ozônio” (letra d); e, 3 (3,7%) alunos responderam “argônio” (letra c). No pós-teste as respostas foram no total, 58 (71,6%)

alunos responderam o “oxigênio” (letra b); 18 (22,2%) alunos responderam “nitrogênio” (letra a); 3 (3,7%) responderam “ozônio” (letra d); e, 2 (2,8%) alunos responderam “argônio” (letra c). A resposta correta é a letra B.

Gráfico 2 - O gás mais importante para o processo de compostagem (Pós-teste e Pré-teste)

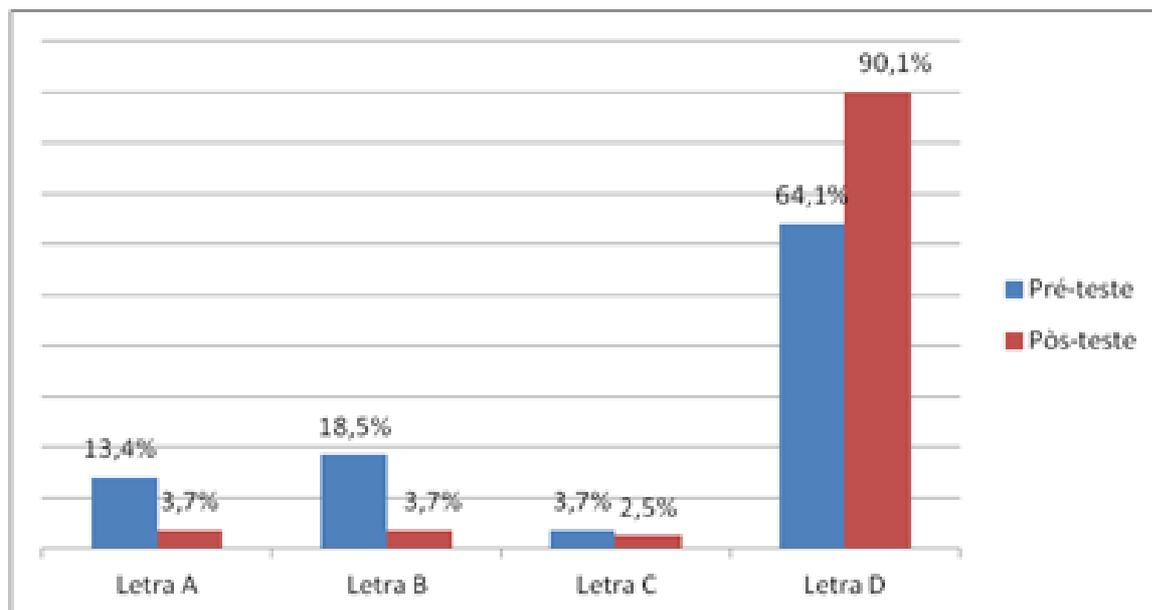


Fonte: Autor.

A presença de  $O_2$  é fundamental para a manutenção dos microrganismos, visto que esses seres requerem quantidades elevadas de  $O_2$ , principalmente na fase inicial do processo. Sem a presença de  $O_2$  a compostagem torna-se anaeróbia, prolongando o tempo de estabilização do composto, fazendo com que o excesso de umidade gere maus odores. A oxigenação do composto durante o processo pode ser realizada por revolvimento ou insuflação de ar (BRIETZKE, 2016).

No pré-teste quando questionados sobre o principal produto de interesse da Compostagem (Gráfico 3), 59 (64,1%) alunos responderam “húmus, que serve para enriquecer solos pobres, melhorando a sua estrutura e permitindo uma boa fertilidade” (letra d); 17 (18,5%) alunos responderam “gases como o gás carbônico e o gás metano que contribuem para o efeito estufa em nosso planeta” (letra b); 3 (3,7%) alunos responderam “calcário, que serve para corrigir a acidez de solos com  $pH < 7$ ” (letra c); e outros 13 (14,1%) alunos responderam “líquidos que, com as chuvas sofrem lixiviação, poluindo os solos” (letra a). No pós-teste, 73 (90,1%) alunos responderam letra d; 3 (3,7%) alunos responderam letra b; 2 (2,5%) alunos responderam letra c; e outros 3 (3,7%) alunos responderam letra a. Nesta questão a resposta correta é a letra D.

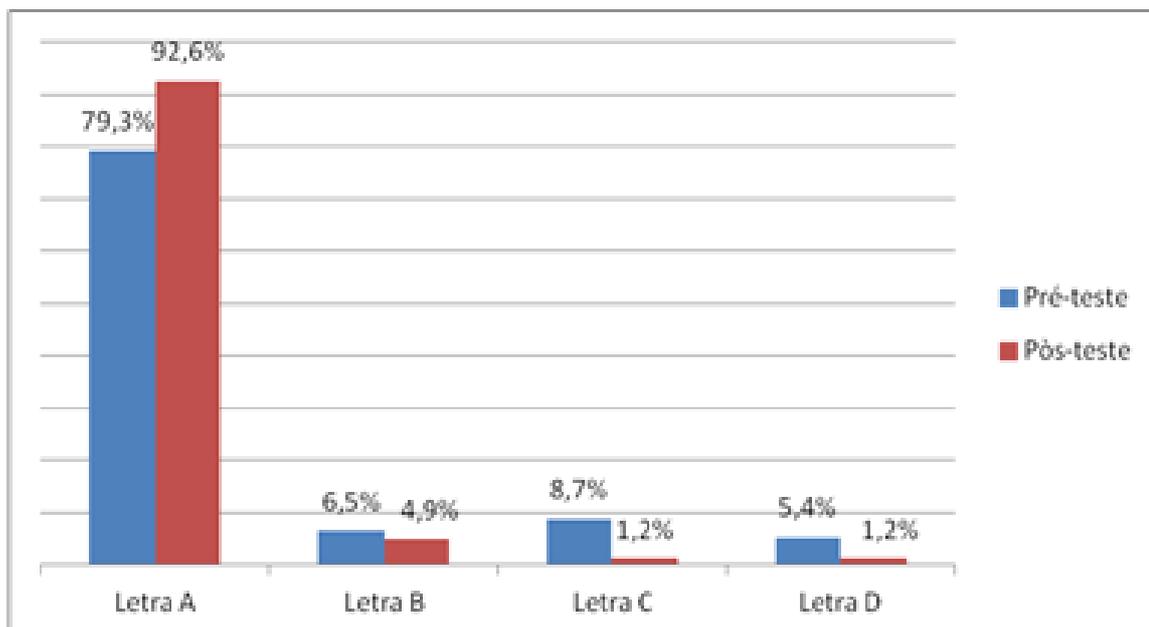
Gráfico 3 - O principal produto da compostagem



Fonte: Autor

Os alunos foram questionados sobre a importância da Compostagem (Gráfico 4). No pré-teste, do total, 73 (79,3%) alunos foram certos em suas respostas, apontando que “é importante para a redução do descarte de milhares de toneladas de resíduos orgânicos diariamente despejados nos lixões e aterros sanitários” (letra a); mas houve 6 (6,5%) alunos que responderam que a Compostagem “é importante para que a sociedade atual resolva, de uma vez por todas, os problemas da fome e da miséria” (letra b). Houve também 8 (8,7%) alunos que responderam “É importante na medida em que se apresenta como uma solução adequada para vencer a pandemia de Covid-19 que atinge a população mundial” (letra c); e 5 (5,4%) alunos que responderam “É importante para diminuir a mortalidade infantil e diminuir a violência nas grandes cidades” (letra d). No pós-teste, do total, 75 (92,6%) alunos foram certos em suas respostas, apontando letra a; mas houve 4 (4,9%) alunos que responderam letra b. Houve também 1 (1,2%) aluno que respondeu letra c; e 1 (1,2%) aluno que respondeu a letra d. Nesta questão a resposta correta é a letra A.

Gráfico 4 - A importância da compostagem

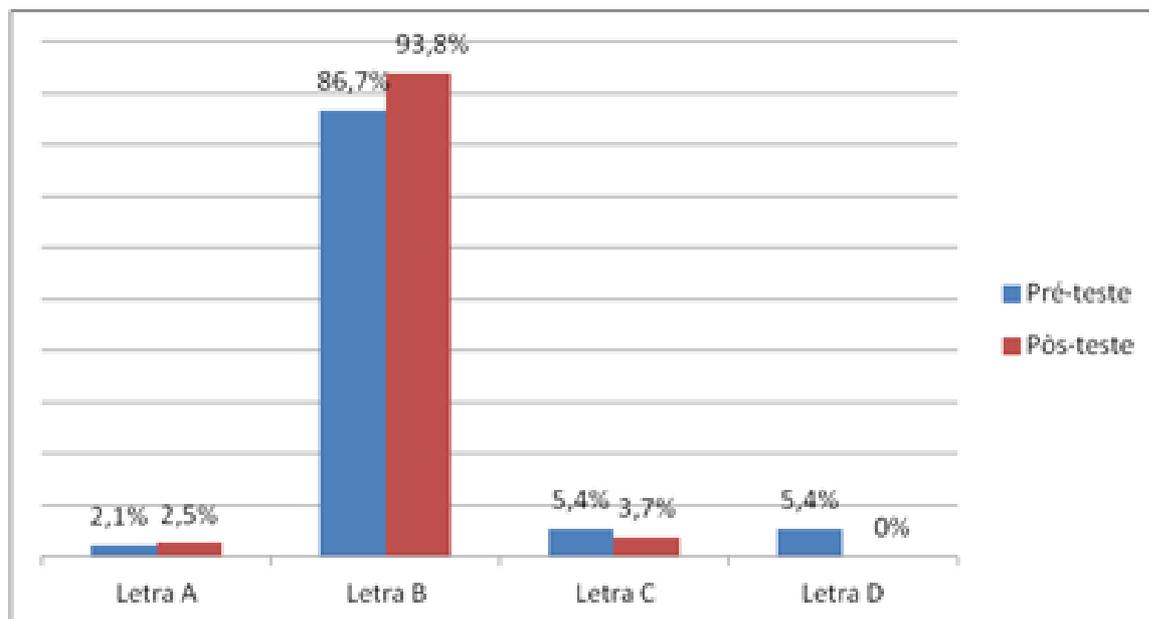


Fonte: Autor

De quem é a responsabilidade de fazer a compostagem? (Gráfico 5). Nos pré-teste para 80 (86,7%) alunos a responsabilidade “é de todos nós, podendo ser em casa, no trabalho ou na escola, por sermos responsáveis por um mundo melhor” (letra b). Para 2 (2,1%) alunos, a responsabilidade “Dos políticos, por serem os detentores do poder e responsáveis pelas Leis” (letra a). E, para 5 (5,4%) alunos é “das igrejas, por serem as guardiãs da sabedoria divina” (letra c). E, para outros 5 (5,4%) alunos responsabilidade é “do poder judiciário e da polícia, por serem os responsáveis pelo cumprimento das Leis” (letra d). No pós-teste 76 (93,8%) alunos a letra b. Para 2 (2,5%) alunos, a letra a. E, para 3 (3,7%) alunos é letra c. Nenhum dos alunos responderam a letra d. Nesta questão a resposta correta é a letra B.

Nesse contexto a responsabilidade social, articulação e a participação popular assumem relevância para ampliar a efetividade das ações de educação ambiental voltadas ao consumo consciente, à coleta seletiva e ao estímulo para o correto aproveitamento de resíduos orgânicos, em cada residência (MONTEIRO, 2016). Existem dois tipos de compostagem: a vermicompostagem e a compostagem seca. Na vermicompostagem o processo de compostagem é realizado por microrganismos presentes no solo e acelerado por minhocas, que trituram os resíduos facilitando o processo de produção de húmus. A compostagem seca é a forma de como a pessoa vai utilizar para mexer a mistura para prover o oxigênio para o processo.

Gráfico 5 - Responsável pela compostagem



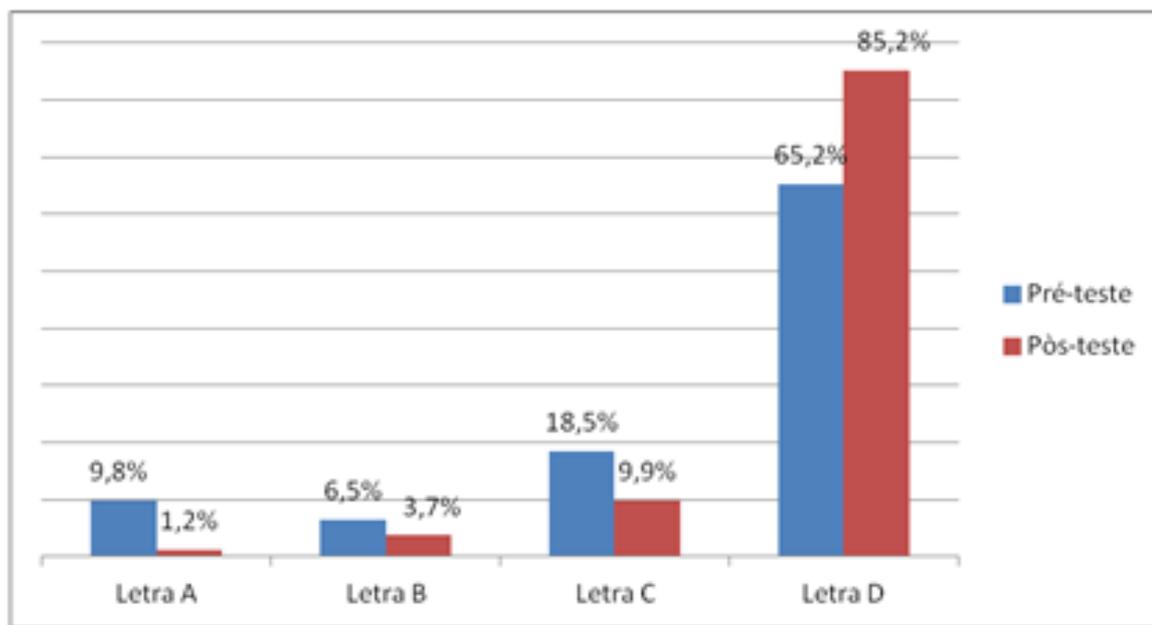
Fonte: Autor

Durante a aula foi citada a vermicompostagem e, no pré-teste para 60 (65,2%) alunos, ela é feita por meio de ação de “minhocas, que transformam a matéria orgânica em inorgânica, com a produção de fertilizante natural” (letra d); para 17 (18,5%) alunos, ela é feita por meio da ação de “lombrigas e solitárias, que são vermes que infestam os seres humanos e estão presentes nos organismos da maioria das pessoas, principalmente crianças” (letra c); 6 (6,5%) alunos responderam “sanguessugas, que é um verme conhecido por sugar o sangue dos hospedeiros” (letra b); e, 9 (9,8%) alunos acham ser pela ação de “alimentos saudáveis, como azeite e aveia, que ajudam no bom funcionamento do organismo e previne doenças cardíacas” (letra a). No pós-teste para 69 (85,2%) alunos responderam a letra d; para 8 (9,9%) alunos a letra c; 3 (3,7%) alunos responderam a letra b; e, 1 (1,2%) aluno acha ser a letra a. Nesta questão a resposta correta é a letra D. O Gráfico 6 apresenta estes resultados.

Dentre as formas de compostagem existentes, a vermicompostagem é um método que conta com a ajuda da ação de minhocas. Este processo pode perfeitamente acontecer ao ar livre, no jardim ou no quintal de residências, assim como, em empreendimentos e espaços escolares. A vermicompostagem é apropriada para o processo de produção de húmus que pode ser utilizado como adubo em plantações, hortas e pomares, sendo constituída a partir de restos vegetais de cozinha. No processo de vermicompostagem um dos cuidados importantes refere-se ao pH do solo, pois as minhocas são extremamente sensíveis à acidez e ao cálcio

existente no mesmo. Portanto é necessário ter cálcio em abundância para favorecer a presença de minhocas no sistema (RODRIGUES *et al.*, 2018).

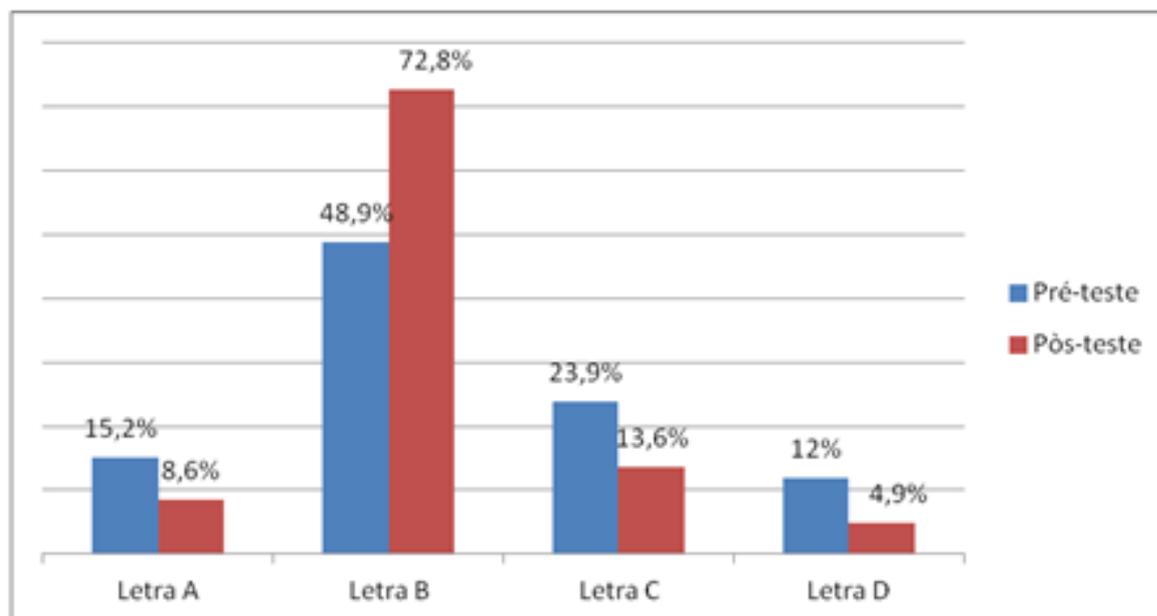
Gráfico 6 - A Vermicompostagem



Fonte: Autor

Foi perguntado aos alunos o que eles afirmam sobre as minhocas (Gráfico 7). No pré-teste do total, 14 (15,2%) alunos afirmaram que “as minhocas se locomovem através de patas minúsculas, possíveis de serem observadas apenas com o uso do microscópio” (letra a). Outros 45 (48,9%) alunos afirmam que “são hermafroditas, ou seja, possuem o órgão reprodutor masculino e feminino no mesmo indivíduo” (letra b); para 22 (23,9%) alunos as minhocas “pertencem ao reino dos insetos, o maior reino animal do planeta” (letra c); e, 11 (12%) alunos acham que as minhocas “tem reprodução assexuada, como na maioria das espécies de mamíferos, e não é preciso que haja o cruzamento da minhoca macho com a minhoca fêmea, para que a reprodução ocorra” (letra d). No pós-teste do total, 7 (8,6%) alunos afirmaram a resposta correta a letra a. Outros 59 (72,8%) alunos afirmam a letra b estar correta; para 11 (13,6%) alunos, a resposta correta é a letra c; e, 3 (4,9%) alunos acham que a letra d ser a correta. Nesta questão a resposta correta é a letra B.

Gráfico 7 - Minhocas



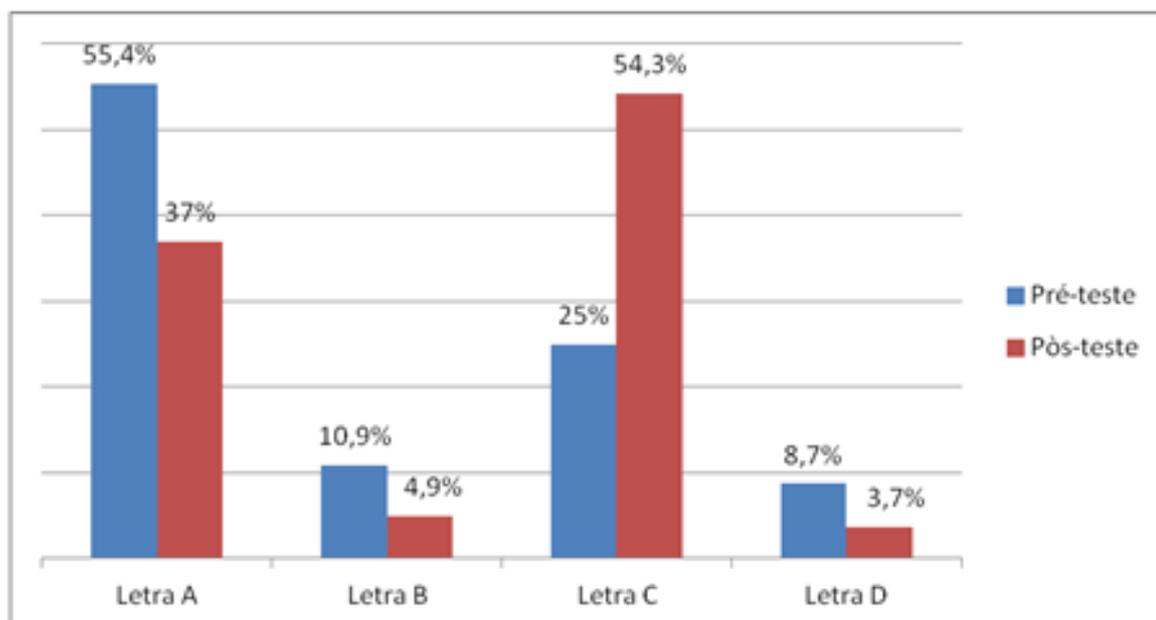
Fonte: Autor

De acordo com Embrapa (2021), as minhocas são animais decompositores, importantes para o solo, que se alimentam tanto de vegetais quanto de restos de outros animais. Elas cavam extensos túneis, trazendo para a superfície as camadas mais profundas do solo. Com isso, renovam os nutrientes do solo superficial, que são importantes para as plantas. Ao se remexerem e escavarem o solo, as minhocas ingerem porções de terra e, assim, decompõem e transformam resíduos orgânicos em húmus. Por possuírem os dois sexos (masculino e feminino), as minhocas são hermafroditas, mas, para que se reproduzam, é necessário que duas delas realizem uma dupla fecundação, e formem, com isso, um casulo cheio de ovos, de onde nascerão pequenas minhocas.

Foi pedido para que os alunos assinalassem uma vantagem e uma desvantagem no uso de minhocas durante a Compostagem (Gráfico 8). No pré-teste para 51 (55,4%) alunos “você passa a ter um contato maior com a natureza; maior economia na construção de aterros sanitários” (letra a); para 10 (10,9%) alunos “não pode colocar alimentos cítricos; não podem alimentos cozidos, ossos, queijo e processados” (letra b); para 23 (25%) alunos “processo ambientalmente sustentável e seguro; não pode ficar em ambiente que bata sol e que seja quente, senão as minhocas fogem” (letra c); e para 8 (8,7%) alunos “não podem ser alimentadas todos os dias; se feito de um modo errado, pode gerar moscas e larvas” (letra d). No pós-teste 30 (37%) alunos responderam a letra a; para 4 (4,9%) alunos a resposta certa é a

letra b; 44 (54,3%) alunos optaram pela letra c; e 3 (3,7%) alunos pela letra d. Nesta questão a resposta correta é a letra C.

Gráfico 8 - Compostagem por microrganismos



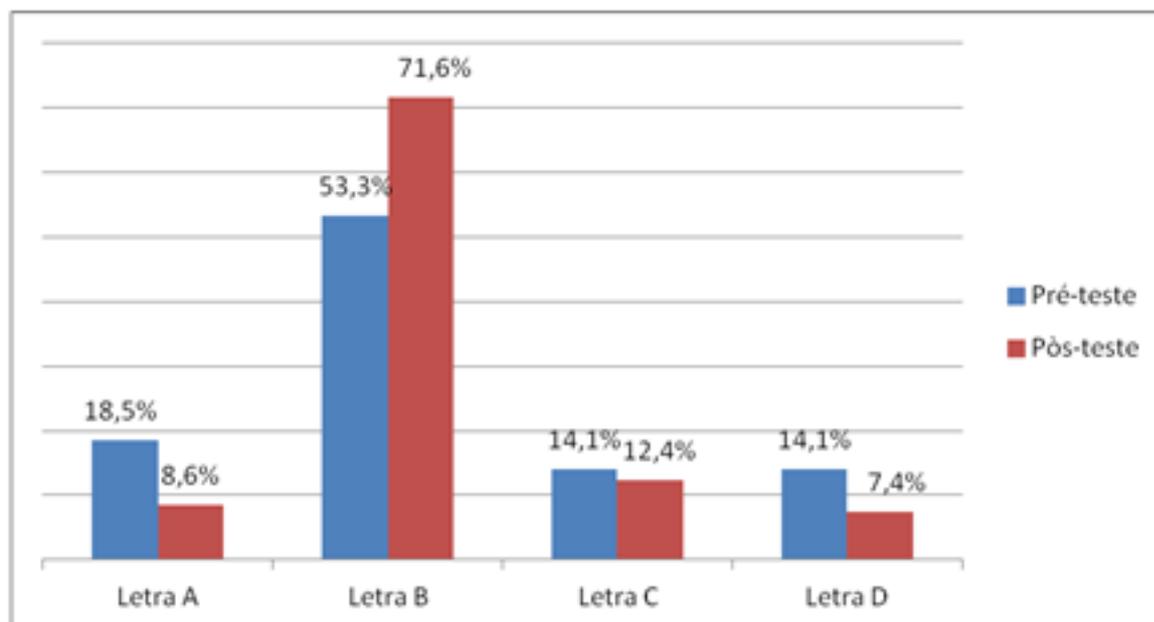
Fonte: Autor

A transformação da matéria orgânica é resultante da ação combinada da macro e mesofauna (minhocas, formigas, besouros e ácaros) e de diferentes comunidades de microrganismos (incluindo bactérias, actinomicetas, leveduras e fungos) que predominam em diferentes fases da Compostagem. Na Compostagem, inicialmente, atuam microrganismos que metabolizam o nitrogênio orgânico transformando-o em nitrogênio amoniacal e, com o decorrer da decomposição, a amônia pode ser perdida por volatilização ou convertida à forma de nitratos, pela nitrificação, fenômeno que é acidificante e contribui para que o composto maturado seja mais ácido do que o material original. Porém, se houver condições de anaerobiose, o nitrato será perdido por desnitrificação e este fenômeno tem efeito alcalinizante (OLIVEIRA *et al*, 2008).

Durante o processo correto de Compostagem por microrganismos (Gráfico 9), no pré-teste 17 (18,5%) alunos observaram “mau cheiro provocado por gases formados na decomposição da matéria orgânica” (letra a); 49 (53,3%) alunos observaram “aumento da temperatura, fato que ocorre mesmo em dias frios” (letra b); 13 (14,1%) alunos observaram “criação de ratos e baratas, pela disposição fácil de alimentos” (letra c); e 13 (14,1%) alunos

observaram “a diminuição da temperatura e possível formação de cristais de gelo no inverno” (letra d). No pós-teste 7 (8,6%) alunos responderam a letra a; 58 (71,6%) alunos responderam a letra b; 10 (12,4%) alunos responderam a letra c; e 6 (7,4%) alunos optaram pela letra d. Nesta questão a resposta correta é a letra B.

Gráfico 9 - Os microrganismos na compostagem

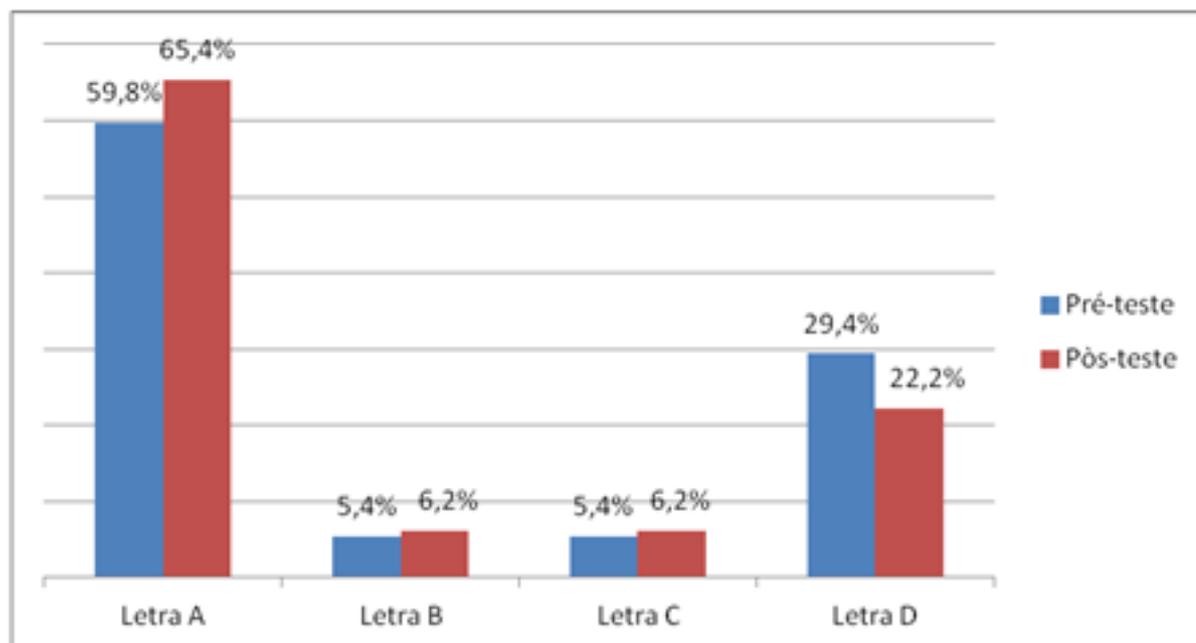


Fonte: Autor

No processo de Compostagem a energia produzida pelos microrganismos promove um incremento de temperaturas. Quando essas encontram-se superiores a 40°C começam a predominar os microrganismos termofílicos, responsáveis pela decomposição acelerada da matéria orgânica. Nessa fase as temperaturas ultrapassam os 55°C, promovendo a eliminação dos microrganismos patogênicos para os humanos ou para as plantas. Acima dos 65°C a maioria dos microrganismos são eliminados, incluindo aqueles que são responsáveis pela decomposição, necessitando-se assim, controlar a temperatura com umidade e aeração, mantendo-os nos níveis desejados (OLIVEIRA; SARTORI; GARCEZ, 2008).

Foi pedido para que os alunos assinalassem alternativas que descrevessem uma desvantagem e uma vantagem no uso de microrganismos durante a compostagem (Gráfico 10).

Gráfico 10: Vantagem e desvantagem da compostagem



Fonte: Autor (2023).

No pré-teste, para 55 (59,8%) alunos a resposta foi “mau cheiro, se feita de maneira incorreta, causado por falta de oxigênio; melhora a aeração do solo” (letra a); 5 (5,4%) alunos escolheram “reduz a quantidade de lixo; aparecimento de animais transmissores de doenças” (letra b); para 5 (5,4%) alunos a resposta foi “evita as queimadas que poluem o ar e incomodam a vizinhança; enriquece a terra em alimento para as plantas” (letra c); e para 27 (29,4%) alunos a resposta foi “não pode ficar em ambiente que bata sol e que seja quente, senão os microrganismos fogem; pode ser utilizado com sobras de todo tipo de alimentos deixados nos pratos dos restaurantes” (letra d). No pós-teste, para 53 (65,4%) alunos a resposta foi a letra a; 5 (6,2%) alunos escolheram a letra b; para 5 (6,2%) alunos a resposta foi a letra c; e para 18 (22,2%) alunos a resposta foi a letra d. Nesta questão a resposta correta é a letra A.

De acordo com Paredes Filho (2013) as vantagens são: realizar compostagem diminui em até 50% o lixo descartado por uma família, o que resulta na redução do acúmulo de resíduos em lixões ou aterros; no processo de compostagem, forma-se dióxido de carbono ou gás carbônico, além de água e biomassa, também chamada de húmus; não ocorre formação do gás metano (que é muito mais poluente), como ocorreria nos aterros sanitários; a menor quantidade de lixo nos aterros sanitários também significa menor gasto no transporte e armazenamento desses resíduos; melhoria da aeração do solo e diminuição da erosão.

E as desvantagens são: é preciso realizar o procedimento da compostagem corretamente, caso contrário, a matéria que está sendo degradada pode atrair insetos como moscas e baratas, ratos e pragas urbanas que podem transmitir doenças; para que seja realizada corretamente, a compostagem exige atenção em detalhes como temperatura, umidade e arejamento. Esse cuidado pode tornar o processo um pouco complicado (PAREDES FILHO, 2013).

Em análise às respostas do questionário apresentado, o resultado obtido nos mostra um pequeno déficit em termos de conhecimento dos alunos sobre a compostagem, notando-se assim, uma necessidade de uma intervenção didática com eles com a criação da composteira. Para a utilização da metodologia STEAM, nessa primeira fase, foi preciso ter a clareza dos objetivos que se pretendia alcançar, conhecendo os pontos positivos e negativos de cada uma das etapas das atividades propostas, com o intuito de que os educandos não perdessem a motivação.

Nessa primeira fase, foi utilizado o 5E no ciclo de aprendizagem do STEAM o ciclo Explicar nas discussões realizadas sobre como ocorre a compostagem, bem como a relação com o ensino de Química. Esta etapa trouxe o conhecer dos educandos ao responderem o questionário e, ao analisarem a aula transcrita, estabelecerem a relação de conteúdo e situações reais que acontecem no dia a dia, na sociedade e no meio ambiente.

## **5.2 Segunda fase: confecção da composteira**

A educação de Química numa abordagem sistêmica propicia a reflexão e análise crítica, a conscientização e autonomia, permitindo a descoberta de novos caminhos e metodologias para construção de uma nova forma de vida que integra o homem e o meio ambiente. Os alunos precisam estar envolvidos em experiências de aprendizagem em projetos complexos do mundo real, por meio dos quais eles desenvolvem e aplicam habilidades e conhecimento (BACICH; MORAN, 2018).

Diante desta afirmação, após o questionário, deu-se início à aula situação-problema para demonstrar aos alunos a relação entre a Química e a compostagem. Foram trabalhados durante a compostagem conteúdos de Química, como: fenômenos químicos e físicos; reações químicas; fatores necessários para a ocorrência das reações químicas; e fatores que influenciam a velocidade das reações químicas. Para tal foi realizada uma palestra sobre a compostagem, ministrada pelos Professores Doutores Durval Rodrigues Jr., Rita de Cássia Lacerda Brambilla Rodrigues e a aluna Luara Vasquez do Nascimento, estagiária do curso

Engenharia de Produção, da EEL USP, conceituando e interagindo com os alunos (Figura 9 e Figura 10). A palestra enfatizou a importância de se obter mudanças de paradigmas na sociedade, e como existem formas de reciclar e dar nova utilização aos resíduos sólidos, como mostram as fotos.

Foi uma semana de oficina de formação, utilizando a metodologia STEAM. Ocorreram em duas aulas de 45 minutos, palestra e slides sobre a compostagem. Houve também a atividade participativa, com apresentação de vídeos teóricos sobre a compostagem, e com a técnica de montagem de composteira. A STEAM está caracterizada em uma metodologia que busca articular e aplicar os conhecimentos da disciplina da área de Química com a área de Tecnologia, integrando uma estrutura de conhecimento que o aluno possa assumir em uma situação concreta (LORENZIN, 2017).

Figura 9 - Palestra com os professores e estagiária



Fonte: Autor

Figura 10 - Apresentação de material durante palestra com professores e estagiária.



Fonte: Autor

Ainda no encontro de palestras, foi disponibilizada uma lista de presença dos alunos participantes e eles foram divididos em grupos de 4 (quatro). Foi apresentado banner e cartazes para exemplificar de forma bem clara que o tema, por ser amplo, permite o uso de diversas frentes, e assim foi feito. Os alunos se posicionaram e se mostraram curiosos com a elaboração do material utilizado para apresentação, como mostra as fotos a seguir.

Na sequência, professores e alunos construíram juntos duas composteiras grandes, utilizando-se de caixas organizadoras para serem trabalhadas como padrão (Figura 11). Antes da criação da composteira os alunos foram orientados a fazerem uma pesquisa sobre projetos de como montar uma composteira. E assim, foi dado início à construção. Para essa atividade foram usadas duas aulas de 45 minutos.

Para a confecção da composteira foi utilizada uma furadeira elétrica para fazer os furos necessários de entrada de ar e o escoamento do chorume. As fotos abaixo demonstram a construção das composteiras pelos alunos.

Figura 11 - Criando composteira com a caixa organizadora



Fonte: Autor

Os alunos foram se posicionando e comentando sobre a leitura que estavam fazendo sobre a elaboração do material. Após a confecção da composteira grande de uso de todos, os alunos foram direcionados para criarem suas próprias composteiras, e para essa atividade, foram utilizadas mais duas aulas de 45 minutos (Figura 12). Para a criação de composteira menores os alunos utilizaram potes de sorvetes e garrafas pet. Na formação dos furos eles usaram de prego, vela e alicate.

Após a confecção das composteiras, os alunos foram conduzidos para o pátio da escola e lá recolheram material seco para dar o início da compostagem (Figura 13).

Figura 12 - Composteiras menores



Fonte: Autor

Figura 13: Resíduos secos



Fonte: Autor

Iniciou-se o processo de compostagem. Nas composteiras menores, houve dois grupos em que os alunos trouxeram de suas casas resíduos denominados maravalha, que são resíduos de marcenaria (Figura 14).

Figura 14 - Resíduo maravalha de madeira



Fonte: Autor

Nas aulas foram utilizados como resíduo orgânico as sobras do refeitório, tais como: cascas de ovos, cascas de legumes (cenoura, beterraba), cascas de frutas (banana, melancia, maçã), verduras (alface e chicória). Em meio a esses resíduos existiam resíduos orgânicos não desejáveis tais como: cebola, alho, cebolinha e outros resíduos que atrapalham o processo e prejudicam as minhocas. Esses resíduos foram identificados, separados e descartados pelos alunos (Figura 15).

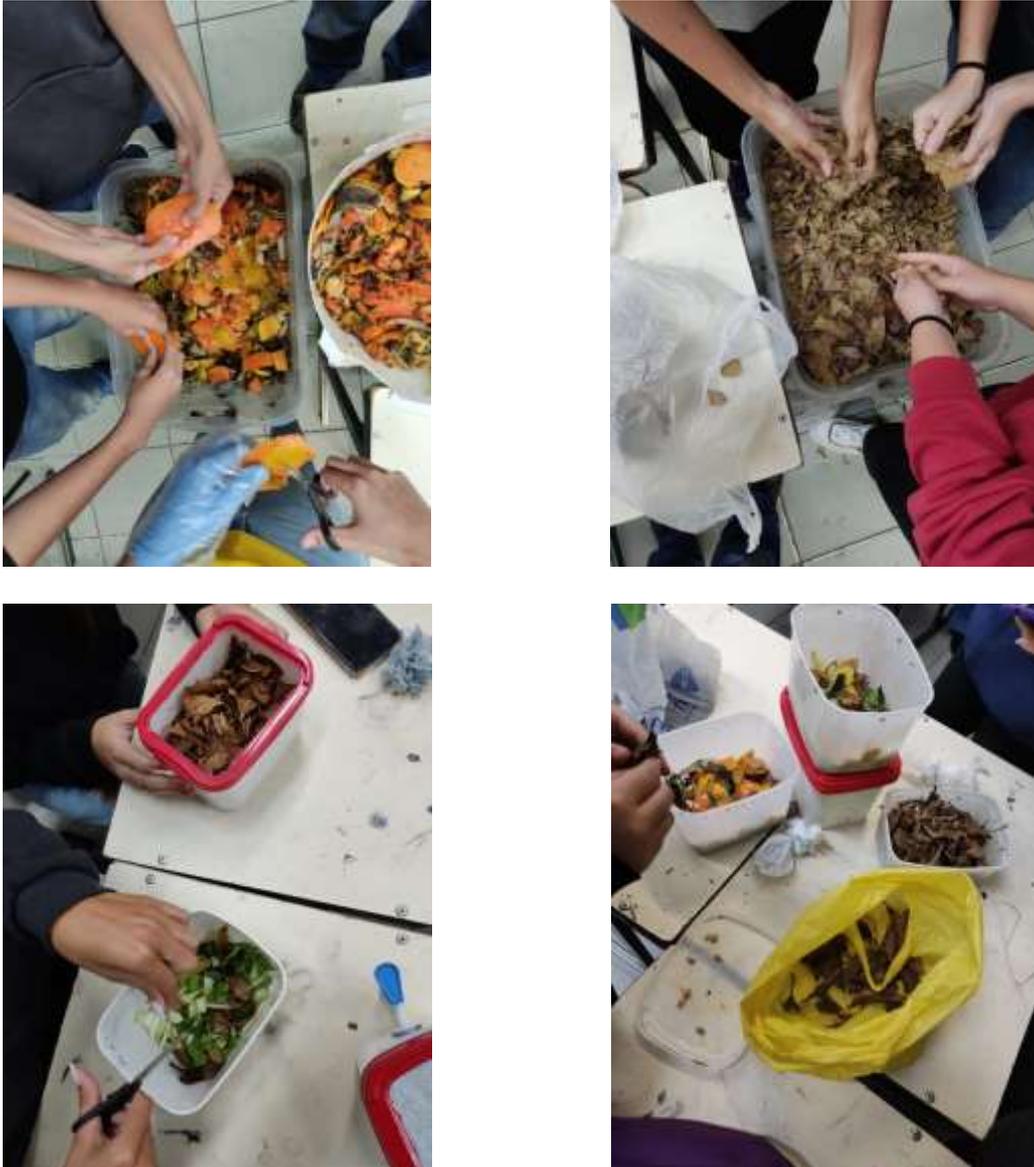
Figura 15 - Resíduo sólido orgânico



Fonte: Autor

Os alunos alimentaram suas composteiras por meio dos resíduos orgânicos trazidos de casa e a composteira grande padrão com os resíduos produzidos no refeitório da escola (Figura 16).

Figura 16 - Preparação das composteiras com os resíduos



Fonte: Autor

Usando a superfície de contato como um dos fatores para aumentar a velocidade das reações, os alunos picaram os resíduos orgânicos. Uns com as próprias mãos, outros com tesoura (Figura 17). Durante o manuseio das misturas alguns alunos tiveram aversão em colocar a mão no resíduo orgânico e fazer a mistura, e com isso usaram luvas, mas com o tempo esse sentimento foi superado.

Quanto às minhocas, os alunos trouxeram de casa 20 minhocas por grupo, para serem utilizadas nas composteiras pequenas; na composteira grande foram compradas pelo Professor, no mercado livre, minhocas vermelhas californianas (Figura 18).

A etapa seguinte foi a distribuição dos resíduos orgânicos na montagem da composteira. Primeiro uma caixa vazia, depois a caixa com mistura de húmus e matéria seca, e na caixa superior, foram colocadas as minhocas, e a mistura de resíduos secos com os resíduos orgânicos (Figura 19). A composteira grande, após finalizada, é apresentada na Figura 20.

Figura 17 - Uso de luvas pelos alunos



Fonte: Autor

Figura 18 - Uso das minhocas



Fonte: Autor

Figura 19 - Distribuição dos resíduos na composteira.



Fonte: Autor

Figura 20 - Composteiras prontas.



Fonte: Autor

O ensino de Química é mal aproveitado pelos alunos, que o acham desinteressante devido à quantidade de fórmulas e conceitos que, na visão deles, é distante de sua realidade. Com as aulas práticas, ficaram muito interessados. Dentro da metodologia STEAM, a abordagem educacional aqui elaborada, o aluno passou a ser o centro do desenvolvimento da atividade. Observou-se então que os educandos gostaram da proposta STEAM, pois saíram da condição de passivos para a condição de protagonistas de sua aprendizagem.

A experiência da construção da composteira fez com que os educandos se interessassem pelo processo de ensino e aprendizagem de Química. No começo alguns alunos ficaram com um pouco de receio em colocar a mão nos resíduos sólidos e minhocas, fazendo uso de luvas, mas logo foram se familiarizando com o ambiente e foram se adaptando ao contato físico. Um fato importante para o desenvolvimento cognitivo.

Essa segunda fase do trabalho conseguiu integrar os conteúdos da metodologia STEAM: envolver, elaborar, explorar, explicar, avaliar, por meio da experimentação. Foi visível a satisfação dos alunos na prática, promovendo um resultado positivo também para aplicação da terceira fase do trabalho, conforme será demonstrado no tópico seguinte.

### 5.3 Terceira fase: Jogos de compostagem

Os alunos foram desafiados a produzirem um jogo sobre compostagem. Nesta etapa interagiram com as áreas de artes (steAm), ciências (Steam), tecnologia (sTeam), engenharia (stEam) e matemática (steaM) que ajudaram no desenvolvimento dos projetos e confecção dos jogos por meio da estética, materiais, dimensionamento, etc. Surgiram ideias boas, Como:

1) **Jogo do painel** em que se relaciona o que pode e o que não pode usar na compostagem. Usaram base de isopor com tachinha ou placa de metal com uso de imãs. Desenharam ou imprimiram figuras de resíduos orgânicos que podem e não podem ser usados na compostagem. O objetivo do jogo está em colocar no lado correto o que pode e o que não pode ser usado na compostagem. No primeiro jogo (Figura 21), os alunos pegam aleatoriamente as fichas viradas para baixo e colocam no quadro do lado verde quando pode ser compostado ou do lado vermelho quando não pode ser compostado. Pode ser de 1 ou mais participantes. Os alunos fizeram 30 fichas. Para cada ficha virada e colocada do lado errado, o participante vira novamente a figura para baixo, passa a vez, e outro jogador faz a próxima jogada. Cada acerto vale 1 ponto, e para cada erro é tirado 1 ponto.

Figura 21 - Primeiro Jogo de Painel



Fonte: Autor

O segundo jogo de painel entregue pelos alunos, foi utilizado como base papelão com palitos de madeira para pendurar as fichas feitas também em papelão com alça de barbante (Figura 22). Atrás das fichas foi escrito o nome dos resíduos que os jogadores vão escolhendo e pendurando do lado que pode ou não ser usado na composteira.

Figura 22 - Segundo Jogo de Pannel.



Fonte: Autor

2) **Jogo de tabuleiro** em que temos 30 casas divididas ao meio do tabuleiro (15 para cada jogador). Com as cartas viradas para baixo, o jogador lança o dado e pega o número de fichas indicadas pelo dado. Uma vez virada tem que colocar no tabuleiro na casa verde (pode) ou vermelha (não pode) ser usada na compostagem. Quando terminar a jogada, o time adversário confirma ou não a jogada. Caso a ficha esteja em casa errada, é retirada do tabuleiro e volta a ser opção de escolha. Vence o jogo quem preencher suas 15 casas primeiro (Figura 23).

Figura 23 - Terceiro jogo de painel (Jogo de tabuleiro).



Fonte: Autor

3) **Jogo da memória** em que se relaciona o que pode e o que não pode usar na compostagem através de cartas com pares de figuras de resíduos orgânicos. Usaram base de papelão. Desenharam ou imprimiram figuras de resíduos orgânicos que podem e não podem ser usados na compostagem. O objetivo do jogo está em encontrar os pares correspondentes e, uma vez unidos, colocar no lado correto o que pode e o que não pode ser usado na compostagem. As cartas são todas viradas para baixo; além das regras tradicionais de jogo da memória, ao formar o par, o jogador deve direcionar ao destino correto do que pode ou não pode ir para compostagem. Em caso de acerto, as cartas saem do jogo e contam ponto ao jogador. Caso contrário, voltam a ser viradas e não pontuam (Figura 24).

Figura 24 - Jogo de memória



Fonte: Autor

O jogo apresentado tem a mesma regra do jogo anterior, a base é uma placa de aço e as fichas são fixadas com imã. Os alunos desenvolveram dois conjuntos de cartas. As fichas foram desenhadas a mão (Figura 25).

Figura 25 - Jogo de memória



Fonte: Autor

Vale ressaltar que esta atividade, não considera proporcionar nos educandos aberturas para sua criação, principalmente criando metodologias ativas, que favoreceram ainda mais o aprendizado sobre compostagem e a química. Todos os educandos se disponibilizaram para encontrar um jogo que causasse uma realidade.

Os três jogos apresentados desenvolvem a narrativa da compostagem, servindo de orientação e manipulação de sua montagem. Cabe destacar que, seguindo o propósito de construção de desenhos que fossem capazes de incluir a abordagem STEAM, podemos destacar que os educandos visaram a aplicação das habilidades e conhecimentos que obtiveram ao responderem o questionário e na criação da composteira. Os jogos se tornaram o produto oriundo de complementação da aprendizagem.

A abordagem STEAM direcionou um olhar dos educandos e educadores sobre a importância da reciclagem dos resíduos sólidos e o ensino de Química. É necessário considerar o uso de diferentes metodologias no ensino de Química para que seja construído um espaço de conhecimentos que envolve a Ciência, Tecnologia, Engenharia, Arte e Matemática.

#### **5.4 Discussão Geral dos Resultados**

O estudo realizado na Escola Estadual no município de Pindamonhangaba/SP sugere, a partir dos resultados, que a metodologia STEAM aponta para um potencial de inovação trazendo uma nova abordagem para conscientização da compostagem caseira. Com o desenvolvimento deste trabalho utilizando a metodologia STEAM, agregou-se à disciplina de Química, conceitos, objetivos e avaliações, que transformou o modelo tradicional de ensino.

A integração das Artes, Ciências, Tecnologia, Engenharia e Matemática (STEAM) trouxe a possibilidade dos alunos estabelecerem uma conexão dos conteúdos com seu aprendizado. Aparentados com informações, materiais e com os documentos de autorização (TCLE) assinados, após o primeiro contato com a direção da escola selecionada foi garantida a autorização para que a pesquisa de campo fosse realizada.

A primeira etapa do trabalho foi a utilização do questionário pré-teste por meio da Plataforma *Google Forms*, pois era necessário sondar o nível de conhecimento que os educandos tinham sobre a compostagem. O uso de recurso tecnológico pelos educandos não é novidade, pois todos possuem celular, considerado o mais popular. Entretanto, o *Google Forms* por ser uma ferramenta em nuvem, apresentou diversas funcionalidades, oferecendo resultados positivos, assim como celeridade e facilidade. Nesse caso, não houve dificuldade em utilizar a ferramenta e a aprendizagem do educando se apropriou de um conhecimento novo, relacionando o conhecimento de sala de aula a um conhecimento adquirido em situações do seu cotidiano.

Após o pré-teste, os educandos foram orientados sobre a implementação da criação da composteira. Foi feita uma palestra explicando a importância da compostagem, sua relação

com a Química e os resíduos utilizados. A criação da composteira ocorreu ativamente durante o horário de aula, e os educandos se mostraram interessados e animados com essa dinâmica.

Nessa etapa, os professores do Projeto Compostagem Itinerante da EEL-USP, em suas palestras na Escola, demonstraram os resíduos que devem ser utilizados para a composteira. Foram utilizados resíduos orgânicos das sobras da merenda, como também os trazidos de casa pelos educandos. Foi relatado por um grupo de educandos que já praticavam processo seletivo do lixo em suas residências, porém os orgânicos eram jogados no lixo. Outros dois educandos disseram jogar o resíduo direto no solo do quintal.

A abordagem STEAM é um tipo de educação voltada para alcançar os jovens de modo muito abrangente, trabalhando conceitos, fazendo-os entender o conteúdo proposto e conseguir aplicá-lo. O trabalho do conteúdo compostagem na aula de Química se tornaria cansativo pelo método tradicional. Porém a aula baseada na metodologia STEAM associou o ensino de Química com a tecnologia, engenharia, matemática, artes e ciência durante o desenvolvimento da composteira, desenvolvendo um raciocínio lógico mais amplo, o que foi observado na aplicação do pós-teste.

Após a aplicação do pré-teste, do pós-teste e a criação da composteira, foi realizada a última etapa do trabalho, juntamente com a abordagem STEAM, criando um jogo didático, utilizando a aprendizagem realizada em sala de aula. Os educandos, com supervisão do professor da disciplina e autor do presente trabalho, criaram 2 jogos de tabuleiro, 2 jogos de memória, e 1 jogo de painel. Tal experiência envolveu os educandos numa participação efetiva, criando diferentes jogos e diferentes formas de aprendizagem sobre a compostagem.

A direção da escola em que foi desenvolvido o trabalho, aprovou a pesquisa em todas as etapas desenvolvidas, referindo-se em complementar ao currículo as práticas de investigação científica em função dos interesses e das potencialidades dos educandos. Desta forma, é possível criar um ensino de Química com uma linguagem animada e lúdica, utilizando de tecnologia e jogos, para criar e aprender.

É importante ressaltar que, apesar do projeto ter sido aplicado a um grupo pequeno de educandos, considera-se importante apresentar o projeto a outros grupos e séries. O conhecimento construído a partir da metodologia STEAM permite a construção do conhecimento a partir de uma determinada proposta e segue para uma situação potente de aprendizagem.

## 6 CONCLUSÕES

Um dos problemas encontrados no ensino de Química é o *déficit* de conhecimento químico e de uma aplicação didática como forma de contextualização nas aulas de Química. O trabalho apresentado buscou atender os propósitos de ensino integrando conteúdos de metodologia STEAM no cotidiano dos alunos, criando algumas dinâmicas diferenciadas que permitiram o alcance dos objetivos. Os resultados aqui apresentados mostram que aulas práticas favorecem e estimulam os alunos para que experimentem e relacionem o que é estudado não somente na sala de aula, mas com o que está relacionado ao seu cotidiano.

A primeira etapa do trabalho pode ser considerada um experimento de fator relevante, fazendo com que os alunos pensem e mudem de postura. Tal metodologia gera instrumento para que os alunos interpretem de forma crítica os conhecimentos passados em sala de aula. Aprender na vida cotidiana, no mundo real e nas realidades locais contribui para o desenvolvimento individual ou no coletivo da comunidade. Desta forma, os educandos podem contribuir para a construção de um futuro sustentável. Nesse contexto podemos discutir porque implantar, e sobre como ocorre, o processo de Compostagem.

O objetivo do trabalho foi alcançado, quando foi constatado que existem diversas estratégias e recursos que podem tornar a aprendizagem, como o próprio STEAM que se revela como algo inovador, capaz de criar condições para uma participação mais ativa dos educandos no processo ensino-aprendizagem, desenvolvendo habilidades como empatia, colaboração, comunicação criatividade e criticidade.

Os resultados mostram que quando questionados sobre a compostagem, descobriram que o composto de lixo orgânico derivado da Compostagem também é uma importante fonte de matéria orgânica, que contém nutrientes essenciais para as plantas quando adicionado ao solo. Os participantes passaram a entender a importância dos processos químicos existentes no processo de compostagem.

Na proposta de apresentação de jogos referentes a dinâmica lixo orgânico e composteira os estudantes mostraram interesse em replicar o jogo e jogar dando relevância a dinâmica. A criatividade e a imersão dos jogos se mostraram um fator importante, por ser uma estratégia engajadora e que muito acrescentou no aprendizado do conteúdo e desenvolveu um caminho para a aprendizagem de química.

Sendo assim essa pesquisa tornou-se importante no que diz respeito à educação dos alunos do Ensino Médio, pois diante dos resultados apresentados, é notório que as oficinas aplicadas facilitaram o desenvolvimento do ensino de Química aos alunos. Quando

apresentamos situações e espaços que permitem aos educandos terem um conhecimento de forma didática, proporcionamos ganchos ancorados no novo conhecimento.

## REFERÊNCIAS

- ANDRADE, G.F.; VENTURA, L.; MACIEL, O.S. A Química Forense como motivadora do ensino de Química. Faculdade de ciências exatas e naturais, UERN, 2014. Disponível em: <https://silo.tips/download/a-quimica-forense-como-motivadora-do-ensino-de-quimica>. Acesso em: 01 jul. 2021.
- AUGUSTO, T.G.S.; CALDEIRA, A. M. A. Dificuldades para a implantação de práticas interdisciplinares em escolas estaduais, apontadas por professores da área de ciências da natureza. **Investigações em Ensino de Ciências**, v.12, n. 1, p.139-154, 2007. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/481>. Acesso em: 01 jul. 2021.
- BACICH, L.; HOLANDA, L. (orgs) **STEAM: integrando as áreas para desenvolver competências**. Porto Alegre: Penso Editoras, 2020.
- BACICH, L.; MORAN, J. **Metodologias ativas para uma educação inovadora**. Uma abordagem teórico-prática. Porto Alegre: Penso, 2018. Disponível em: <https://curitiba.ifpr.edu.br/wp-content/uploads/2020/08/Metodologias-Ativas-para-uma-Educacao-Inovadora-Bacich-e-Moran.pdf>. Acesso em: 06 jul. 2021.
- BONATTO, A.; BARROS, C. R.; GEMELI, R. A.; LOPES, T. B.; FRISON, M. D.. Interdisciplinaridade no ambiente escolar. In: **IX ANPED SUL SEMINÁRIO DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO DA REGIÃO SUL**, 2012. Disponível em: <http://www.ucs.br/etc/conferencias/index.php/anpedsul/9anpedsul/paper/viewFile/2414/501>. Acesso em: 1 jul. 2021.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Rede Federal**. 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/mec/pt-br/aceso-a-informacao/institucional/secretarias/secretaria-de-educacao-profissional/rede-federal>. Acesso em 06 jul. de 2021.
- \_\_\_\_\_. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2018. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/abase/#fundamental/a-area-de-ciencias-da-natureza>. Acesso em: 06 jul. 2021.
- \_\_\_\_\_. Ministério do Meio Ambiente. 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.
- \_\_\_\_\_. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Diretrizes curriculares nacionais para o ensino médio**, Brasília: 2012. Disponível em: <http://www.mec.gov.br> Acesso em: 29 mar. 2021.
- \_\_\_\_\_. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Média e Tecnológica. **PCN+: Ensino Médio: orientações complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília: MEC/ SEMTEC, 2002.
- \_\_\_\_\_. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros curriculares nacionais: meio ambiente**. Brasília/DF: MEC, SEMTEC. 2001.

BRIETZKE, D. T. **Avaliação do processo de compostagem considerando a relação carbono/nitrogênio**. Trabalho de Conclusão de Curso. Centro Universitário UNIVATES. 2016. Disponível em: <https://www.univates.br/bduserver/api/core/bitstreams/f8a91bb4-aae0-4aff-b514-c1829c8f2e5c/content>. Acesso em: 1 jul. 2021.

CAJAIBA, R. L.; SANTOS, E. M. Conhecimento dos alunos do ensino fundamental sobre coleta seletiva: um estudo de caso no município de Uruará-PA. **Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer**, v.10, n.18; p. 3559-3568, 2014. Disponível em: <https://conhecer.org.br/ojs/index.php/biosfera/article/view/2941>. Acesso em: 1 jul. 2021.

CAVALCANTE, J. N. **A compostagem como metodologia dialógica para o ensino de solos: estudo de caso**. Monografia. Universidade Federal de Campina Grande. Curso Superior de Tecnologia em Agroecologia. 2016. Disponível em: <http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/xmlui/handle/riufcg/5176>. Acesso em: 1 jul. 2021.

CLEMENTINA, C. M. **A importância do Ensino da química no cotidiano dos alunos do Colégio Estadual São Carlos do Ivaí de São Carlos do Ivaí- PR**. Monografia –Programa Especial de Formação de Docentes da Faculdade Integrada de Grande Fortaleza- FGF. 2011. Disponível em: [http://www.nead.fgf.edu.br/novo/material/monografias\\_quimica/carla\\_marli\\_clementina.pdf](http://www.nead.fgf.edu.br/novo/material/monografias_quimica/carla_marli_clementina.pdf). Acesso em: 1 jul 2021

CLEOPHAS, M. G. Integração entre a gamificação e a abordagem STEAM no ensino de química. **Revista de Educação da Universidade Federal do Vale do São Francisco REVASF**, v. 10, n. 23, p. 78-109, dez/2020. Disponível em: <https://www.periodicos.univasf.edu.br/index.php/revasf/article/view/1087/892>. Acesso em: 28 jun. 2021.

COSTA, A. R. S.; XIMENES, T. C. F.; XIMENES, A. F.; BELTRANE, L. T. C. O processo da compostagem e seu potencial na reciclagem de resíduos orgânicos/The process of composting and its potential in the recycling of organic waste. **Revista Geama**, p. 246-260, abr. 2016. Disponível em: <http://www.journals.ufrpe.br/index.php/geama/article/view/503>. Acesso em: 01 jul. 2021.

CROVADOR, J. Interdisciplinaridade, escola e o papel do professor. **Ensaio Pedagógicos**, v. 7, n. 2, 2017. Disponível em: <https://www.opet.com.br/faculdade/revista-pedagogia/pdf/n14/n14-artigo-6-INTERDISCIPLINARIDADE-ESCOLA-E-O-PAPEL-DO-PROFESSOR.pdf>. Acesso em: 1 jul. 2021.

DIAZ, L. F.; SAVEGE, G. M. **Factors that affect the process**. In: DIAZ, L.F.; DE BERTOLDI, M.; BIDLINGMAIER, W. *Compost Science and Technology*. 1ed. Stentiford, p.49-56, 2007. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1478748207800078>. Acesso em 29 mar 2021.

DOURADO, J. A. Q Uma proposta STEAM: tomografia computadorizada. (Dissertação Mestrado). Universidade Estadual do Paraná. Paranavaí, PR, 2017. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/365622432\\_A\\_abordagem\\_STEAM\\_e\\_suas\\_tendencias\\_pedagogicas\\_e\\_metodologicas](https://www.researchgate.net/publication/365622432_A_abordagem_STEAM_e_suas_tendencias_pedagogicas_e_metodologicas). Acesso em: 29 mar. 2021.

DURAN, L. B.; DURAN, E. The 5E instructional model: a learning cycle approach for inquiry-base science teaching. **The Science Educationl Review**, v.3, n. 2, 2004. Disponível em: <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1058007.pdf>. Acesso em: 29 mar. 2021.

EMBRAPA. **Contando ciências na web**. 2021. Disponível em: [https://www.embrapa.br/contando-ciencia/animais-e-criacoes/-/asset\\_publisher/jzCoSDOAGLc4/content/as-minhocas/1355746?inheritRedirect=false](https://www.embrapa.br/contando-ciencia/animais-e-criacoes/-/asset_publisher/jzCoSDOAGLc4/content/as-minhocas/1355746?inheritRedirect=false). Acesso em: 29 mar. 2021.

FADINI, P. S.; FADINI, A. A. B. **Lixo: desafios e compromissos**. Disponível em: <http://sbqensino.foco.fae.ufmg.br/uploads/314/lixo.pdf>. Acesso em: 29 mar. 2021.

FARIAS, E. S.; OLIVEIRA, A. C.; OLIVEIRA, J. C. C. **Aulas de reforço de química na 1ª série do ensino médio do IFRR – Campus Novo Paraíso**. *Norte Científico*, v.6, n.1, dezembro de 2011. Disponível em: <https://periodicos.uerr.edu.br/index.php/ambiente/article/view/258>. Acesso em: 29 mar. 2021.

FAZENDA, I. C. **Dicionário em construção: interdisciplinaridade**. 2.ed. São Paulo: Cortez, 2002.

FIALHO, N. N.; MATOS, E. I. M. A arte de envolver o aluno na aprendizagem de ciências utilizando softwares educacionais. **Educar em Revista**, Curitiba, Brasil, n. especial 2, p. 121-136, 2010. Editora UFPR. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/er/a/7NxtsVYfbtpkLwrg7wkW5qH/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 28 jun. 2021.

GADOTTI, M. **Interdisciplinaridade: atitude e método**. São Paulo: Instituto Paulo Freire, 2004.

GASKINS, G. H., MOORE, T. J., STOHLMANN, M. S., WANG, H. H. *et al.*. Examination of integrated STEM curricula as a means toward quality K-12 engineering education (Research to practice). In: **ASEE ANNUAL CONFERENCE & EXPOSITION**. 2017. p. 24.555. Disponível em: [https://scholar.google.com/citations?view\\_op=view\\_citation&hl=en&user=9x49ceQAAAAJ&citation\\_for\\_view=9x49ceQAAAAJ:K3LRdIH-MEoC](https://scholar.google.com/citations?view_op=view_citation&hl=en&user=9x49ceQAAAAJ&citation_for_view=9x49ceQAAAAJ:K3LRdIH-MEoC). Acesso em: 5 jul. 2021.

GAROFALO, D. **Como levar o STEM para a sala de aula**. 2019. Disponível em: <https://novaescola.org.br/conteudo/18021/como-levar-o-steam-para-a-sala-de-aula>. Acesso em: 5 jul. 2021.

GODINHO, C., GONÇALVES, G. **Manual de Boas Práticas Compostagem**. Castro Verde: LPN – Centro de Educação Ambiental do Vale Gonçalvesinho. 2010. Disponível em: [https://www.lpn.pt/uploads/educacao\\_ambiental\\_ficheiros/manual\\_boas\\_praticas\\_compostagem.pdf](https://www.lpn.pt/uploads/educacao_ambiental_ficheiros/manual_boas_praticas_compostagem.pdf). Acesso em: 29 mar. 2021.

GOMES, V.; PUGGIAN, C.; ALBUQUERQUE, G. G. Os enfrentamentos em busca pela interdisciplinaridade escolar. **Nucleus**, v.10, n.1, abr.2013. Disponível em: <http://www.nucleus.feituverava.com.br/index.php/nucleus/article/view/870>. Acesso em: 5 jul. 2021.

INFOPÉDIA DICIONÁRIO. **Gamificação**. Disponível em:

<https://www.infopedia.pt/dicionarios/lingua-portuguesa/gamifica%C3%A7%C3%A3o>.

Acesso em: 1 jul. 2021.

JAPIASSU, H. **Interdisciplinaridade e patologia do saber**. Rio de Janeiro: Imago, 1976.

JOLLY, M. Full STEAM ahead: the benefits of integrating the arts into STEM. **Procedia Computer Science**, 2017, 20, 547-552. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877050913011174>. Acesso em: 5 jul. 2021.

LAMEGO, C. R. S., SANTOS, M. C. F. Interdisciplinaridade e educação em ciências: uma pesquisa bibliográfica nos Anais do I – X ENPEC (1997 - 2015). *In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS*, 11., Florianópolis, 2017. **Anais eletrônicos**. UFSC: Florianópolis, 2017. Disponível em:

<https://www.bdtd.uerj.br:8443/bitstream/1/12108/1/Dissertacao%20Caio%20Lamego-1.pdf>. Acesso em: 29 mar. 2021.

LANTZ, H. *Science, technology, engineering, and mathematics (STEM) education what form? What function? What is STEM education?* 2009. Disponível em:

<https://dornsife.usc.edu/assets/sites/1/docs/jep/STEMEducationArticle.pdf>. Acesso em: 29 mar. 2021.

LEIS, H. R. Sobre o conceito de interdisciplinaridade. **Cadernos de Pesquisa**

**Interdisciplinar em Ciências Humanas**, v. 6, n. 73, p. 2-23, 2005. Disponível em:

<https://periodicos.ufsc.br/index.php/cadernosdepesquisa/article/view/2176/4455>. Acesso em: 5 jul. 2021.

LENOIR, Y. Três interpretações da perspectiva interdisciplinar em educação em função de três tradições culturais distintas. **Revista E-Curriculum**, v. 1, n. 1, p. 1-25, 2005/2006.

Disponível em:

[https://cursos.unipampa.edu.br/cursos/ppge/files/2010/11/YVES\\_LENOIR.pdf](https://cursos.unipampa.edu.br/cursos/ppge/files/2010/11/YVES_LENOIR.pdf). Acesso em: 5 jul. 2021.

LIMA, F. A. V.; OLIVEIRA, E. G.; BATISTA, L. F.; ABRANTES, A. L. F. O uso da metodologia STEM (*science, technology, engineering and mathematics*) no ensino de química: uma proposta a ser aplicada. In. VI CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO, 2019.

Disponível em:

[https://editorarealize.com.br/editora/anais/conedu/2019/TRABALHO\\_EV127\\_MD4\\_SA19\\_ID641\\_23092019134533.pdf](https://editorarealize.com.br/editora/anais/conedu/2019/TRABALHO_EV127_MD4_SA19_ID641_23092019134533.pdf). Acesso em: 5 jul. 2021.

LOPES, C. S.; PONTUSCHKA, N. N. Estudo do meio: teoria e prática. **Geografia**

(Londrina) v. 18, n. 2, 2009. Disponível em:

<http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/geografia/>. Acesso em: 5 jul. 2021.

LOUREIRO, D. C.; AQUINO, A. M. de; ZONTA, E.; LIMA, E. L. Compostagem e vermicompostagem de resíduos domiciliares com esterco bovino para a produção de insumo orgânico. **Pesq. agropec. bras.** Brasília, v.42, n.7, p.1043- 1048, jul. 2007. Disponível em:

<http://www.scielo.br/pdf/%0D/pab/v42n7/18.pdf> Acesso em: 29 mar. 2021.

LORENZIN, M. P. Metáforas Mecânicas: uma proposta STEAM para o Ensino de Ciências. In: 6º CONGRESSO PESQUISA DO ENSINO EDUCAÇÃO E TECNOLOGIA, **Anais, SINPRO-SP**: São Paulo. 2017. Disponível em: [https://www.scirp.org/\(S\(lz5mqp453edsnp55rrgjt55\)\)/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=2552106](https://www.scirp.org/(S(lz5mqp453edsnp55rrgjt55))/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=2552106). Acesso em: 29 mar. 2021.

MACHADO, E. S.; GIOTTO JÚNIOR, G. Interdisciplinaridade na investigação dos princípios do STEAM/STEAM education: definições, perspectivas, possibilidades e contribuições para o ensino de química. **Scientia Naturalis**, v. 1, n. 2, p. 43-57, 2019. Disponível em: <http://periodicos.ufac.br>. Acesso em: 29 mar. 2021.

MESQUITA, N. A. S.; SOARES, M. H. F. B. Tendências para o ensino de química: o caso da interdisciplinaridade nos projetos pedagógicos das licenciaturas em química de Goiás. **Rev. Ensaio**, Belo Horizonte, v. 14, n. 01, p. 241-255, jan.-abr. 2012. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/epec/a/XVWWDpy5hvbWPXYSM38yHJg/?lang=pt&format=pdf>. Acesso em: 1 jul. 2021.

MILARÉ, T.; ALVES FILHO, J. P. Ciências no nono ano do ensino fundamental da disciplina à alfabetização científica e tecnológica. **Rev. Ensaio, Belo Horizonte**, v.12, n.02, p.101-120, mai-ago 2010. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/epec/a/z4vbSvqX9FHtyxNztZSggPr/?lang=pt>. Acesso em: 1 jul. 2021.

MONTEIRO, J. A. V. Benefícios da compostagem doméstica de resíduos orgânicos. **Revista Educação Ambiental**, v. 20, n. 75, 2016. Disponível em: <https://www.revistaea.org/index.php>. Acesso em: 08 jul. 2021.

M ORIN, E. **Educação e complexidade, os sete saberes e outros ensaios**. São Paulo: Cortez, 2005.

NORD, E. **Qualidade química na compostagem de alguns resíduos urbanos com inoculação fisiológica**. 2012. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Mato Grosso, Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Pós-Graduação em Agricultura Tropical. 2012. Disponível em: <https://www.ufmt.br/ppgat/images/uploads/Dissertações-Teses/Dissertações/2012/EGON%20NORD.pdf>. Acesso em: 5 jul. 2021.

NUNES, M. U. C. **Compostagem de Resíduos para Produção de Adubo Orgânico na Pequena Propriedade**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2009. (Embrapa Tabuleiros Costeiros. Circular técnica 59).

ORGANIZAÇÃO PARA COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO (OCDE). A educação no Brasil. Uma perspectiva Internacional. 2021. Disponível em: [https://todospelaeducacao.org.br/wordpress/wp-content/uploads/2021/06/A-Educacao-no-Brasil\\_uma-perspectiva-internacional.pdf](https://todospelaeducacao.org.br/wordpress/wp-content/uploads/2021/06/A-Educacao-no-Brasil_uma-perspectiva-internacional.pdf). Acesso em: 29 mar. 2021.

OLIVEIRA, E. C. A.; SARTORI, R. H.; GARCEZ, T. B. **Compostagem**. Trabalho de Pós-graduação em Solos e Nutrição de Plantas. Universidade de São Paulo. Escola Superior de Agricultura Luiz de Quieroz. Piracicaba, São Paulo. 2008. Disponível em: [https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/Compostagem\\_000fhc8nfqz02wyiv80efhb2adn37yaw.pdf](https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/Compostagem_000fhc8nfqz02wyiv80efhb2adn37yaw.pdf). Acesso em: 29 mar. 2021.

OLIVEIRA, A.; AQUINO, A.; NETO, M. **Compostagem caseira de lixo orgânico doméstico**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Circular Técnica. Embrapa. ed. 76. Bahia. 2005. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1022380/1/Compostagemcaseiradelixoorganicodomestico.pdf> Acesso em: 29 mar. 2021.

PAREDES FILHO, M. V. Utilização de micro-organismos eficazes (em) no processo de compostagem. Dissertação de Mestrado. 2013. Universidade José Rosário Vellano – UNIFENAS. Disponível em <http://tede2.unifenas.br:8080/jspui/bitstream/jspui/13/1/Mario%20Viana%20Paredes%20FilhoDissertacao.pdf>. Acesso em: 28 jun. 2021.

PORTO EDITORA. **Gamificação** no Dicionário infopédia da Língua Portuguesa [em linha]. Porto: Porto Editora. 2021. Disponível em: <https://www.infopedia.pt/dicionarios/lingua-portuguesa/gamificacao> Acesso em: 1 jul. 2021.

PREFEITURA DE SÃO PAULO. **Movimento Composta São Paulo**. 2021. Disponível em: <https://www.compostasaopaulo.eco.br/>. Acesso em: 28 jun. 2021.

PUGLIESE, G. U. Os modelos pedagógicos de ensino de ciências em dois programas educacionais baseados em STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics). Universidade Estadual de Campinas. 2017. Disponível em: [http://repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/331557/1/Pugliese\\_GustavoOliveira\\_M.pdf](http://repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/331557/1/Pugliese_GustavoOliveira_M.pdf) . Acesso em: 1 jul. 2021.

ROMAN, H. T. **Why STEM is important**. 2016. Disponível em: <https://ieeeca.org/shop/policy/new-ebook-why-stem-is-important/>. Acesso em: 08 jul. 2021.

RILEY, S. M. **Point STEAM**. EducationCloset, Westminster, 2014/2012.

RODRIGUES, A. P. S.; ZAGO, M. R. R. S.; CASAGRANDE JÚNIOR, E. F.; SILVA, M. C. *et al.* Práticas de ensino em educação ambiental: a vermicompostagem em escolas de tempo integral em Curitiba-PR. **Revista Educação Ambiental**, n. 64, 2018. Disponível em: <https://www.revistaea.org/artigo.php?idartigo=3212> . Acesso em: 08 jul. 2021.

SANTOS, W. L. P., SCHNESTZLER, R. P. **Educação em Química**: compromisso com a cidadania. 3 ed. Ijuí: Ed. Unijuí, 2003.

SARTORI, V. C.; RIBIERO, R. T. S.; PAULETTI, G. F.; PANSERA, M. R. *et al.* **Compostagem**: produção de fertilizantes a partir de resíduos orgânicos. Universidade Caxias do Sul. 2010. Disponível em: <https://www.ucs.br/site/midia/arquivos/cartilha-agricultores-compostagem.pdf>. Acesso em: 8 jul. 2021.

SILVA, A. L. G. Arte. In: **Interdisciplinaridade**: pensar, pesquisar e intervir. Org. Ivani Catarina Arantes Fazenda; Coord. Téc. Hermínia Prado Godoy. São Paulo: Cortez, 2014. p. 38-42.

SOUSA, D. A.; PILECKI, T. **De STEM a STEAM**: usando estratégias compatíveis com o cérebro para integrar as artes. E. Corvin, 2013.

TEIXEIRA, R.F.F. Compostagem. In: HAMMES, V.S. (Org.) **Educação ambiental para o desenvolvimento sustentável**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002, v.5, p.120-123. Disponível em: <https://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2014/VII-028.pdf>. Acesso em: 29 mar. 2021.

VYGOTSKY, L.S. **A formação social da mente**. São Paulo: Martins Fontes. 2007.

YAKMAN, G. STEAM education: na overview of integrative education puples atitudes towards technology. **Rev. Diálogo Educ.** , v. 17, n. 52, p. 455-478, 2010. Disponível em: <http://www.duxuan.cn/doc/26649688.htm>.. Acesso em: 29 mar. 2021.

YIN. R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 3 ed., Porto Alegre: Bookman, 2005

WARTHA, E. J.; SILVA, E. L.; BEJARANO, N. R. R. Cotidiano e contextualização no ensino de química. **Química Nova na Escola**, v. 35, n. 2, p. 84-91, maio/2013. Disponível em: [http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc35\\_2/04-CCD-151-12.pdf](http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc35_2/04-CCD-151-12.pdf). Acesso em: 29 mar. 2021.

## APÊNDICE A

### QUESTIONÁRIO (PRÉ-TESTE E PÓS-TESTE)

1 – O que é compostagem?

a – A compostagem é um processo de transformação da água, que na natureza, pode ser encontrada nos estados sólido, líquido ou gasoso

b – A compostagem é uma técnica que consiste em uma transformação de resíduos inorgânicos em substâncias orgânicas pela ação de organismos vivos

c – A compostagem é uma técnica milenar, praticada pelos chineses há mais de cinco mil anos, nada muito diferente do que a natureza faz há bilhões de anos e que consiste na transformação de resíduos orgânicos em substâncias inorgânicas pela ação de organismos vivos

d – A compostagem é um processo, extremamente complexo, realizado nas usinas nucleares para geração de energia em ambientes totalmente controlados

2 – A atmosfera de nosso planeta é composta de diversos gases. O gás mais importante para o bom andamento do processo de compostagem é:

a – Nitrogênio

b – Oxigênio

c – Argônio

d – Ozônio

3 – A compostagem tem como principal produto de interesse:

a – Líquidos que, com as chuvas, sofrem lixiviação, poluindo os solos

b – Gases como o gás carbônico e o gás metano que contribuem para o efeito estufa em nosso planeta

c – Calcário, que serve para corrigir a acidez de solos com  $\text{pH} < 7$

d – Húmus, que serve para enriquecer solos pobres, melhorando a sua estrutura e permitindo uma boa fertilidade

4 – Qual é a importância da compostagem?

**a** – É importante para a redução do descarte de milhares de toneladas de resíduos orgânicos diariamente despejados nos lixões e aterros sanitários

**b** – É importante para que a sociedade atual resolva, de uma vez por todas, os problemas da fome e da miséria

**c** – É importante na medida em que se apresenta como uma solução adequada para vencer a pandemia de Covid-19 que atinge a população mundial

**d** – É importante para diminuir a mortalidade infantil e diminuir a violência nas grandes cidades

5 – De quem é a responsabilidade de fazer a compostagem?

**a** – Dos políticos, por serem os detentores do poder e responsáveis pelas Leis

**b** – De todos nós, podendo ser em casa, no trabalho ou na escola, por sermos responsáveis por um mundo melhor

**c** – Das igrejas, por serem as guardiãs da sabedoria divina

**d** – Do poder judiciário e da polícia, por serem os responsáveis pelo cumprimento das Leis

6 – A respeito dos tipos de compostagem, podemos citar a Vermicompostagem, que é feita através da ação de:

**a** – Alimentos saudáveis, como azeite e aveia, que ajudam no bom funcionamento do organismo e previne doenças cardíacas

**b** – Sanguessugas, que é um verme conhecido por sugar o sangue dos hospedeiros

**c** – Lombrigas e solitárias, que são vermes que infestam os seres humanos e estão presentes nos organismos da maioria das pessoas, principalmente das crianças

**d** – Minhocas, que transformam a matéria orgânica em inorgânica, com a produção de fertilizante natural

7 – Sobre as minhocas, podemos afirmar:

**a** – Locomovem-se através de patas minúsculas, possíveis de serem observadas apenas com o uso de microscópio

**b** – São hermafroditas, ou seja, possuem o órgão reprodutor masculino e feminino no mesmo indivíduo

**c** – Pertencem ao reino dos insetos, o maior reino animal do planeta

**d** – Tem reprodução assexuada, como na maioria das espécies de mamíferos, e não é preciso que haja o cruzamento da minhoca macho com a minhoca fêmea para que a reprodução ocorra.

8 – Assinale a alternativa que descreve uma Vantagem e uma Desvantagem, respectivamente, no uso de minhocas durante a compostagem:

a – Você passa a ter um contato maior com a natureza; Maior economia na construção de aterros sanitários

b – Não pode colocar alimentos cítricos; Não podem alimentos cozidos, ossos, queijo e processados

c – Processo ambientalmente sustentável e seguro; Não pode ficar em ambiente que bata sol e que seja quente, senão as minhocas fogem

d – Não podem ser alimentadas todos os dias; Se feito de um modo errado, pode gerar moscas e larvas;

9 – Durante o processo correto de compostagem por microrganismos, podemos observar:

a – Mau cheiro provocado por gases formados na decomposição da matéria orgânica

b – Aumento da temperatura, fato que ocorre até mesmo em dias frios

c – Criação de ratos e baratas, pela disposição fácil de alimentos

d – Diminuição da temperatura e possível formação de cristais de gelo no inverno

10 - Assinale a alternativa que descreve uma Desvantagem e uma Vantagem, respectivamente, no uso de microrganismos durante a compostagem:

a – Mau cheiro, se feita de maneira incorreta, causado por falta de oxigênio; Melhora a aeração do solo

b – Reduz a quantidade de lixo; Aparecimento de animais transmissores de doenças

c – Evita as queimadas que poluem o ar e incomodam a vizinhança; enriquece a terra em alimento para as plantas

d – Não pode ficar em ambiente que bata sol e que seja quente, senão os microrganismos fogem; pode ser utilizado com sobras de todo tipo de alimentos deixados nos pratos dos restaurantes

## APÊNDICE B

# CARTILHA DE COMPOSTAGEM CASEIRA



**Aprenda a compostar por meio dos resíduos de lixos orgânicos caseiros.**



# CARTILHA DE COMPOSTAGEM CASEIRA

**Organização:**

Eric Fabiano Sartorato de Oliveira  
Orientador: Prof. Dr. Durval Rodrigues Jr.

**Texto:**

Eric Fabiano Sartorato de Oliveira

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO (USP)  
Escola de Engenharia de Lorena (EEL)  
2023

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**  
**(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)**

Cartilha de compostagem caseira [livro eletrônico] :  
aprenda a compostar por meio dos resíduos de  
lixos orgânicos caseiros / organização Eric  
Fabiano Sartorato de Oliveira ; orientador  
Durval Rodrigues Júnior. -- 1. ed. --  
Pindamonhangaba, SP : Ed. dos Autores, 2023.  
PDF

Vários autores.  
ISBN 978-65-00-62202-7

1. Adubos compostos 2. Compostagem 3. Lixo -  
Recuperação - Aspectos ambientais 4. Resíduos -  
Gestão 5. Sustentabilidade ambiental I. Oliveira,  
Eric Fabiano Sartorato de. II. Rodrigues Júnior,  
Durval.

23-144884

CDD-363.7282

**Índices para catálogo sistemático:**

1. Compostagem : Resíduos orgânicos : Problemas  
sociais  
324.03

Aline Grazielle Benitez - Bibliotecária - CRB-1/3129



## APRESENTAÇÃO

No Brasil o lixo orgânico é um grande problema no que tange ao seu destino. Nos últimos anos a quantidade de lixo orgânico cresceu muito e não possui, em grande parte dos municípios do país, um destino adequado. Os resíduos orgânicos possuem grande capacidade de poluição do meio ambiente. Segundo a *World Commission on Environment and Development* a atividade mais sustentável para o lixo orgânico é a Compostagem, uma vez que atende as necessidades das gerações atuais sem que haja o comprometimento das próximas gerações em suprir suas próprias necessidades. (COSTA et al., 2015).

## MAS O QUE É COMPOSTAGEM?

Segundo a Revista Planeta (OLIVEIRA et al., 2005) a compostagem é um processo biológico aeróbio de decomposição de matéria orgânica (animal ou vegetal), por meio dos quais microrganismos convertem a parte orgânica dos resíduos sólidos urbanos num material bioestabilizado, conhecido como composto orgânico.

## Vamos começar!

Precisamos de: 3 baldes com tampa e de aproximadamente 40cm de altura cada um; uma faca e uma furadeira.



Fonte: Imagem Sesc (2023)

No primeiro balde fazer um furo para inserir a torneira, que servirá para retirar o chorume produzido na compostagem. Com o estilete fazer um corte na parte central da tampa, deixando uma borda de dois dedos, para apoiar o balde de cima.



No segundo balde precisam ser feito furos com furadeira e broca de 4mm (os furos servirão para a passagem do chorume). Fazer furos nas laterais da parte superior do balde com furadeira e broca de 1,5mm (os furos servirão para entrada de ar). E por fim, corte a tampa com o estilete, como foi feito na tampa do primeiro balde.



No terceiro balde, os furos serão iguais aos feitos no segundo balde. Os furos de baixo serão para passagem das minhocas de um balde para outro. A tampa do terceiro balde precisa ficar inteira para fechar a composteira (SECRETARIA MUNICIPAL DO MEIO AMBIENTE DE SÃO PAULO, 2021).



## Como usar a composteira

Antes de iniciar o uso da composteira, coloque uma camada de 5cm de matéria seca (serragem, palha ou aparo de grama) no fundo dos baldes 2 e 3, para ajudar no processo de decomposição. Nos baldes 2 e 3 serão colocados os resíduos orgânicos. Para equilibrar o composto, acrescente uma camada de matéria seca para cada camada de matéria orgânica. (EMBRAPA, 2021)

No balde 1 será acumulado o chorume, que é um excelente fertilizante natural. Quando o conteúdo dos baldes 2 e 3 se transformarem em uma matéria bem escura, ela pode ser retirada e utilizada como adubo orgânico para ser misturado à terra. Se os baldes 2 e 3 ficarem cheios e a matéria ainda não estiver escura, deve-se adicionar 5cm de serragem e deixá-los fechados por mais 30 dias para que se complete o processo de decomposição. (EMBRAPA, 2021)

## Os resíduos orgânicos que podem ser usados na composteira

Os tipos de resíduos orgânicos que podem ser reaproveitados na compostagem são os restos de alimento, além de folhas, serragem, etc. Já os que não podem ir para a composteira são frutas cítricas, alho e cebola, carnes, nozes pretas, trigo e arroz.





Fonte: Infro (2021)

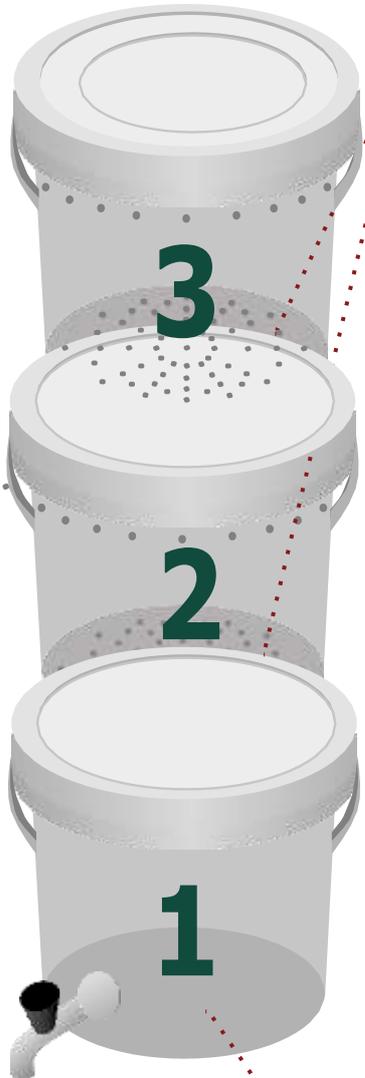
### **Dicas importantes:**

Se for montar sua composteira doméstica em cima de alguma mesa ou estrutura, leve em consideração que, após cheia de matéria orgânica, sua composteira terá um certo peso e que essa estrutura deve comportar este peso. **Ela deve ser montada em local arejado e protegido do sol e da chuva.** A composteira não pode tomar chuva, pois isso aumentará muito a umidade do composto.

Para dinamizar o processo, o ideal é que se tenha um recipiente na cozinha, e toda vez que for comer uma fruta ou picar um legume, o que for sobra orgânica pode ser colocado dentro desse recipiente. Se as sobras forem picadas em tamanhos pequenos, a sua decomposição será mais acelerada quando dentro da composteira.

Vale ressaltar que o recipiente precisa estar tampado para evitar o mau cheiro na cozinha e que insetos sobrevoem o local e coloquem ovos sobre os resíduos.

## Como fica a composteira e seu processo de compostagem



Os baldes com furos no fundo (2 e 3) receberão a matéria úmida e matéria seca da nossa compostagem. Observe que os baldes 2 e 3 possuem furos laterais no topo, importantes, pois esse modelo de compostagem é do tipo aeróbio, que acontece com a presença de ar e auxílio de microrganismos.

Para ajudar no processo de decomposição e equilibrar a umidade na composteira, antes de iniciar seu uso, coloque uma camada de até 5cm de matéria seca (serragem, grama cortada, folhas secas, palha) no fundo dos baldes 2 e 3.

Após isso, no balde 3 podemos começar a depositar as sobras orgânicas, que são os restos de alimentos. Para equilibrar o composto, acrescente uma camada de matéria seca para cada camada de sobra orgânica. Importante que de 3 em 3 dias seja feito um revolvimento do material, para facilitar a oxigenação e também equilibrar a umidade, deixando sempre por cima a matéria seca.

Quando o balde 3 encher, você vai inverter a posição com o balde 2 e repetir o mesmo processo com o balde 2 até encher. Observe o seguinte: se os baldes 2 e 3 ficarem cheios e a matéria ainda não estiver escura, deve-se adicionar 5cm de serragem e deixá-los fechados por mais 30 dias para que se complete o processo de decomposição (Lembrando: quanto menor o tamanho da sua sobra orgânica, mais rápida será a decomposição).

O balde 1, que tem a torneira, é o balde que irá armazenar o nosso biofertilizante, também chamado de chorume, que é o produto líquido do processo de decomposição do material alojado nos baldes de cima.

Fonte: Embrapa (2021)

## CICLO DA COMPOSTAGEM



## Minhocas na composteira

As minhocas são as grandes responsáveis pela aceleração do processo de compostagem do resíduo orgânico. As minhocas se alimentam do resíduo orgânico transformando-o em um adubo cheio de nutrientes, conhecido como húmus.

Ao se alimentarem, o material ingerido pelas minhocas, passa por todo o seu sistema digestório, sendo transformado e liberado pelas fezes. Cada minhoca pode produzir até cerca do seu peso em húmus por dia. As minhocas são as grandes responsáveis também por oxigenar o sistema, ao escavar o material da composteira. As galerias escavadas pelas minhocas são verdadeiros corredores para o oxigênio.

Assim, as minhocas são importantes trabalhadoras no sistema da composteira. Elas reviram o solo, quebram e transformam o resíduo orgânico, liberam nutrientes e oxigenam o conjunto.

As minhocas californianas se dão bem em ambientes com grande quantidade de matéria orgânica e toleram grande variação na temperatura (0°C a 35°C) e na umidade (70% a 90%), características essenciais para sobreviverem no ambiente da composteira. (SECRETARIA MUNICIPAL DO MEIO AMBIENTE DE SÃO PAULO, 2021)



## Relação Carbono/Nitrogênio:

Um item essencial para sua compostagem é a matéria seca (folhas secas, serragem, madeira podre, palha, entre outras matérias-primas) que vai compor a relação de carbono/nitrogênio da sua composteira. Entenda por que isto é importante:



## REFERÊNCIAS

COSTA, A. R. S.; XIMENES, T. C. F.; XIMENES, A. F.; BELTRANE, L. T. C. O processo da compostagem e seu potencial na reciclagem de resíduos orgânicos/The process of composting and its potential in the recycling of organic waste. **Revista Geama**, p. 246-260, abr. 2016. Disponível em: <http://www.journals.ufrpe.br/index.php/geama/article/view/503>. Acesso em: 01 jul. 2022.

EMBRAPA. **Contando ciências na web**. 2021. Disponível em <[https://www.embrapa.br/contando-ciencia/animais-e-criacoes/-/asset\\_publisher/jzCoSDOAGLc4/content/as-minhocas/1355746?inheritRedirect=false](https://www.embrapa.br/contando-ciencia/animais-e-criacoes/-/asset_publisher/jzCoSDOAGLc4/content/as-minhocas/1355746?inheritRedirect=false)>. Acesso em 29 mar. 2021.

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE RONDÔNIA, PORTO VELHO. **Cartilha de compostagem doméstica**. Porto Velho, 2021. Disponível em: <[https://portal.ifro.edu.br/images/Campi/Zona\\_Norte/documentos/cartilhaweb.pdf](https://portal.ifro.edu.br/images/Campi/Zona_Norte/documentos/cartilhaweb.pdf)> Acesso em 15 jan 2023.

NORD, E. **Qualidade química na compostagem de alguns resíduos urbanos com inoculação fisiológica**. 2012. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Mato Grosso, Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Pós-Graduação em Agricultura Tropical. 2012. Disponível em <<https://www.ufmt.br/ppgat/images/uploads/Dissertações-Teses/Dissertações/2012/EGON%20NORD.pdf>>. Acesso em 5 jul 2021.

SECRETARIA MUNICIPAL VERDE E DO MEIO AMBIENTE DO ESTADO DE SÃO PAULO. Os resíduos sólidos orgânicos. 2022. Disponível em: <[https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/meio\\_ambiente/](https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/meio_ambiente/)>. Acesso em: 01 jul. 2022.

OLIVEIRA, A.; AQUINO, A.; NETO, M. **Compostagem caseira de lixo orgânico doméstico**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Circular Técnica. Embrapa. ed. 76. Bahia. 2005. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1022380/1/Compostagemcaseiradelixooorganico domestico.pdf>> Acesso em 29 mar 2021.

