



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS – ICB/JF
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE BIOLOGIA**

RAFAEL MACHADO SERAFIM BATISTA

**DA MERENDA AO BIOGÁS: DESVENDANDO A SUSTENTABILIDADE NA
ESCOLA COM DECOMPOSIÇÃO CRIATIVA**

Juiz de Fora

2024

RAFAEL MACHADO SERAFIM BATISTA

**DA MERENDA AO BIOGÁS: DESVENDANDO A SUSTENTABILIDADE NA
ESCOLA COM DECOMPOSIÇÃO CRIATIVA**

Dissertação apresentada ao Mestrado Profissional em Ensino de Biologia Em Rede Nacional – PROFBIO da Universidade Federal de Juiz de Fora como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ensino de Biologia. Área de concentração: Ensino de Biologia

Orientadora: Prof.^a Dra. Heloisa D`Avila da Silva Bizarro

Juiz de Fora

2024

Ficha catalográfica elaborada através do programa de geração automática da Biblioteca Universitária da UFJF, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Batista, Rafael.

Da Merenda ao Biogás : desvendando a sustentabilidade na escola com decomposição criativa / Rafael Batista. -- 2024.
91 p. : il.

Orientadora: Heloisa D`Avila

Dissertação (mestrado profissional) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Instituto de Ciências Biológicas. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Biologia em Rede Nacional, 2024.

1. Sustentabilidade. 2. Resíduos Orgânicos. 3. Biodisgestão. 4. Sequência Didática. I. D`Avila, Heloisa, orient. II. Título.

RELATO DO MESTRANDO

Instituição: Universidade Federal de Juiz de Fora.
Mestrando: Rafael Machado Serafim Batista
Título do TCM: Da merenda ao biogás: desvendando a sustentabilidade na escola com decomposição criativa.
Data da defesa: 02/02/2024
<p>Ingressar no mestrado em Ensino de Biologia foi um momento emocionante que marcou o início de uma jornada intelectual e profissional enriquecedora. Desde o primeiro dia, fui recebido por uma comunidade acadêmica vibrante e comprometida, ansiosa por compartilhar conhecimento. A atmosfera desafiadora e inspiradora das aulas, combinada com a oportunidade de colaborar com colegas, criou um ambiente propício ao aprendizado e à reflexão constante. A sensação de fazer parte de um grupo tão dedicado e diversificado reforçou meu entusiasmo e crença na importância do papel do educador na formação de mentes curiosas e críticas. Ingressar no mestrado não apenas ampliou meu horizonte acadêmico, mas também gerou uma profunda motivação para contribuir de maneira significativa para a melhoria do ensino de Biologia e, por extensão, para a formação de uma sociedade cientificamente alfabetizada.</p> <p>Ao chegar ao final do meu Mestrado em Ensino de Biologia, reflito sobre os últimos anos como uma jornada intensiva de autodescoberta e aprimoramento profissional. O programa proporcionou conhecer professor/pesquisadores especializados e motivados, a auxiliar a desenvolver estratégias inovadoras para tornar o aprendizado mais envolvente e acessível, alinhando-me com as demandas crescentes de uma educação científica contemporânea.</p> <p>Agora, equipado com uma bagagem teórica robusta e uma paixão renovada pelo ensino, estou pronto para contribuir de maneira significativa para a formação de futuras gerações de cientistas e cidadãos conscientes. Este mestrado representa não apenas o fim de uma etapa acadêmica, mas o início de uma missão contínua de empoderar mentes através do conhecimento biológico.</p>

AGRADECIMENTO A CAPES

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

Dedico este trabalho a minha esposa, companheira, melhor amiga, parceira de vida e de alma Jaimille. Aos meus pais, Fábio e Carmélia, que sempre me apoiaram e ao meu irmão, Rodolfo, que torceu muito por esta conquista.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, em primeiro lugar, a Deus, por me guiar nesta jornada. Sua graça tornou a conclusão deste trabalho possível.

A minha orientadora professora Doutora Heloisa D`Avila da Silva Bizarro minha profunda gratidão pela sua orientação cuidadosa e apoio durante a elaboração da dissertação. Seus ensinamentos foram fundamentais para o meu crescimento acadêmico.

Agradeço aos membros da banca de exame de qualificação, a professora Dra. Camila Ramos de Oliveira Nunes e ao professor Dr. Renato Moreira Nunes, por aceitarem gentilmente o convite. Suas críticas pertinentes e sugestões valiosas foram fundamentais para aprimorar a elaboração final deste trabalho.

Meu sincero agradecimento aos professores que passaram pela coordenação do curso e aos demais docentes que contribuíram significativamente para minha formação acadêmica. Cada um de vocês deixou uma marca indelével em minha jornada, proporcionando conhecimento valioso e inspiração constante. Agradeço por compartilharem seu saber, moldando meu caminho educacional de maneira inestimável.

Ao amigos que conquistei, obrigado por serem parte fundamental do meu percurso acadêmico. Vocês tornaram essa experiência memorável e significativa. Que a amizade que construímos continue a crescer.

A minha esposa Jaimille Cristina do Nascimento Silva quero expressar minha gratidão, por sua presença constante e apoio inabalável em cada passo desta jornada. Seu amor, carinho e compreensão foram o alicerce que me sustentou em todos os momentos, especialmente durante os desafios desta jornada.

Aos meus pais, irmão e familiares agradeço pelo amor, apoio e inspiração ao longo desta jornada. O apoio incondicional, os conselhos sábios e o amor constante moldaram a pessoa que sou hoje.

Aos meus amigos, em especial a Alice e ao Rafael, pela torcida e por fazerem parte de uma rede de apoio que contribuiu para amenizar os desafios encontrados pelo caminho.

RESUMO

Inúmeras são as dificuldades ao longo do processo de ensino, e a desmotivação por parte dos discentes é observada quando os profissionais da educação assumem como norteadores bases ou resquícios do ensino tradicional. Assim se faz necessário buscar alternativas que possibilitem um ensino científico, integral, com protagonismo dos alunos. Nesse sentido o presente trabalho se propôs a desenvolver uma sequência didática destinada a viabilizar a execução de atividades com caráter investigativo, por meio da construção de um biodigestor, com o intuito de explorar conceitos de sustentabilidade no Ensino Médio, com foco na reutilização de matéria orgânica, visando a possibilidade de produção de biogás após o processo de decomposição. Essa sequência didática foi desenvolvida com alunos da última etapa do Ensino Médio da modalidade de Jovens e Adultos, distribuída ao longo de sete etapas/aulas, com duração de cinquenta minutos cada. Ao longo de sua aplicação, uma espécie de “diário de bordo” foi produzido com a finalidade de registrar curiosidades, questionamentos, dúvidas, que surgiram ao longo de seu desenvolvimento. Ao fim da aplicação da atividade foi realizada uma análise qualitativa levando em consideração a observação e vivência no decorrer do processo. Evidenciou-se uma melhora no entendimento dos alunos sobre sustentabilidade e decomposição de resíduos orgânicos. O interesse e a satisfação dos alunos indicam a pertinência de incorporar mais atividades práticas e com caráter investigativo no ambiente educacional. Além da importância de integrar mais atividades específicas de desenvolvimento de habilidades de pesquisa e coleta de dados ao currículo escolar. Em suma, esta proposta alcançou com êxito seus objetivos, ofereceu aos alunos uma experiência prática e significativa no âmbito da sustentabilidade e também pavimentou o caminho para futuras abordagens inovadoras e interdisciplinares no ensino de Biologia no Ensino Médio.

Palavras-chave: sustentabilidade; decomposição; biodigestor; investigativo.

ABSTRACT

Numerous challenges arise throughout the teaching process, and student demotivation is observed when education professionals adopt traditional teaching methods as guiding principles. Therefore, it is necessary to seek alternatives that enable a comprehensive, student-centered scientific education. In this sense, the present study aimed to develop a didactic sequence designed to facilitate the execution of investigative activities through the construction of a biodigester. The goal was to explore sustainability concepts in high school, focusing on the reuse of organic matter with the potential production of biogas after the decomposition process. This didactic sequence was implemented with students in the final stage of high school in the Youth and Adult Education modality, spanning seven sessions/classes, each lasting fifty minutes. Throughout its implementation, a kind of "logbook" was produced to record curiosities, questions, and doubts that arose during its development. At the end of the activity, a qualitative analysis was conducted, considering observations and experiences throughout the process. An improvement in students' understanding of sustainability and the decomposition of organic waste was evident. The students' interest and satisfaction indicate the relevance of incorporating more practical and investigative activities in the educational environment. Additionally, there is a recognition of the importance of integrating more specific activities for developing research skills and data collection into the school curriculum. In summary, this proposal successfully achieved its objectives, providing students with a practical and meaningful experience in the realm of sustainability. It also paved the way for future innovative and interdisciplinary approaches in high school Biology education

Keywords: sustainability; decomposition; biodigester; investigative.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	– Visita à cozinha do colégio e observação da produção de resíduos orgânicos no preparo da merenda escolar32
Figura 2	– Alunos realizando coleta de dados para confirmar suas hipóteses ...35
Figura 3	– Alunos realizando pesquisas para construção de um biodigestor41
Figura 4	– Imagem de referência para construção do biodigestor43
Figura 5	– Lista de materiais necessários para a construção do biodigestor44
Figura 6	– Parte inicial das etapas de construção do mini biodigestor45
Figura 7	– Separação dos materiais para a construção do mini biodigestor47
Figura 8	– Alunos empenhados na construção do biodigestor49
Figura 9	– Trabalho em equipe do alunos para a construção do projeto50
Figura 10	– Abastecendo o biodigestor com esterco bovino51
Figura 11	– Resultado do projeto final construído pelos alunos52
Figura 12	– Verificando a produção do biogás53

LISTA DE QUADROS

Quadro 1	– Resumo da sequência didática	26
Quadro 2	– Diário de Bordo: Parte I-Visita à cozinha do colégio	33
Quadro 3	– Hipóteses apresentadas pelos alunos após problematização	34
Quadro 4	– Diário de Bordo: Parte II-Dúvidas durante a coleta de dados	36
Quadro 5	– Diário de Bordo: Parte III-Frustrações após verificarem suas hipóteses	38
Quadro 6	– Diário de Bordo: Parte IV-Dificuldades nas pesquisas	42
Quadro 7	– Diário de Bordo: Parte V-Reações dos alunos ao descobrir a lista de materiais para construção de um mini biodigestor caseiro	46
Quadro 8	– Diário de Bordo: Parte VI-Comentários dos alunos durante a construção do biodigestor	51

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

BNCC	Base Nacional Comum Curricular
C	Carbono
CEP	Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos
EnCI	Ensino de Ciências Investigativo
MEC	Ministério da Educação
MMA	Ministério do Meio Ambiente
m ³	Metro Cúbico
N	Nitrogênio
PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais
pH	Potencial Hidrogeniônico
PNRS	Política Nacional de Resíduos Sólidos
TALE	Termo de Assentimento Livre e Esclarecido
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
UFJF	Universidade Federal de Juiz de Fora
XXI	Vinte e um

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	15
2.1	DESAFIOS NO ENSINO DE BIOLOGIA	15
2.2	ABORDAGEM INVESTIGATIVA	18
2.3	RESÍDUOS ORGÂNICOS E SUSTENTABILIDADE	20
2.4	DECOMPOSIÇÃO E BIODIGESTÃO	22
3	JUSTIFICATIVA	24
4	OBJETIVOS	24
4.1	OBJETIVO GERAL	24
4.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	24
5	MATERIAIS E MÉTODOS	25
5.1	CARACTERIZANDO A PESQUISA	25
5.2	A SEQUÊNCIA DIDÁTICA/PRODUTO EDUCACIONAL	26
5.3	ANALISANDO OS DADOS	30
6	RESULTADOS E DISCUSSÃO	30
6.1	ELABORAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA/PRODUTO EDUCACIONAL	30
6.2	APLICAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA/PRODUTO EDUCACIONAL	31
6.2.1	Etapa I - Visita à cozinha do colégio	31
6.2.2	Etapa II - Problematização, formulação de hipóteses e coleta de dados	33
6.2.3	Etapa III - Apresentação dos dados e ponderações feitas pelo professor/pesquisador	37
6.2.4	Etapa IV – Consolidação	39
6.2.5	Etapa V - Elaboração de um projeto para construção de um biodigestor	43
6.2.6	Etapas VI e VII – Construção do biodigestor	47
6.2.7	Etapa VIII – Avaliando a jornada	55
6.3	ANÁLISE DE DADOS	56
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS	59
	REFERÊNCIAS	61
	APÊNDICE A – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)	67
	APÊNDICE B – Produto Educacional	69
	ANEXO A – Termo de anuência da escola	85
	ANEXO B – Parecer consubstanciado do Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos (CEP)	86

1 INTRODUÇÃO

O cenário atual do ensino enfrenta uma série de desafios complexos e multifacetados. A rápida evolução da tecnologia, embora ofereça oportunidades inovadoras, também cria disparidades de acesso e coloca desafios constantes para a adaptação pedagógica. Além disso, a diversidade de estilos de aprendizado, as demandas por inclusão e a necessidade de abordar questões sociais e emocionais dos alunos requerem uma abordagem mais holística e personalizada no ensino. A pandemia global acentuou ainda mais esses desafios, revelando a importância de estratégias flexíveis e resilientes para enfrentar situações de ensino remoto ou híbrido. Neste contexto, os educadores enfrentam a necessidade de se reinventar constantemente, incorporando métodos inovadores, promovendo a equidade e nutrindo a resiliência emocional dos estudantes, a fim de prepará-los efetivamente para os desafios do século XXI.

Uma das alternativas pouco praticada nas escolas públicas é o ensino investigativo, que pode ser observada nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) inferindo que investigação é umas das competências a ser trabalhada no componente de ciências naturais. (Brasil, 1998) O modelo de investigação estimula os alunos a pensar, contestar, questionar e formular hipóteses. (Borges, 2010; Clement; Terrazan, 2011) Segundo Borges (2010) “a investigação é nesse sentido, uma atividade multifacetada e a ciência é o corpo de conhecimento e o processo pelo qual esse conhecimento é estabelecido, entendido, refinado e revisado”.

Utilizar situações cotidianas familiares aos alunos como ponto de partida para o ensino valoriza significativamente o processo de aprendizagem. A abordagem do conteúdo relacionado à decomposição de matéria orgânica se alinha a esse método, proporcionando não apenas uma compreensão mais próxima da realidade dos estudantes, mas também instigando reflexões sobre questões cruciais como desperdício e desenvolvimento sustentável.

Nesse contexto, os resíduos sólidos urbanos gerados no Brasil podem ser tratados em várias escalas, desde a escala doméstica, passando pela escala comunitária, institucional, municipal e industrial, segundo os estudos do Ministério do Meio Ambiente. (Brasil, 2017) Entende-se por resíduos orgânicos, compostos formados basicamente por restos de animais ou vegetais que são descartados após sua utilização em atividades humanas. Se forem descartados de maneira incorreta,

estes materiais trazem impactos negativos ao meio ambiente, como: poluição do solo, poluição da água, emissão de gases do efeito estufa e riscos à saúde pública. Pensando nisso, é necessário buscar alternativas sustentáveis de possíveis formas de utilização desses resíduos. Pode-se citar a reciclagem desse lixo orgânico por meio da compostagem, onde ocorre degradação dos resíduos com presença de oxigênio, e a biodigestão, onde ocorre a degradação com ausência de oxigênio. (Brasil, 2017)

Um biodigestor é um equipamento com a finalidade de produzir biogás (combinação de gases produzidos por bactérias anaeróbias desenvolvendo a transformação de um material biológico). O material orgânico que mantém o biodigestor, oriundo do manuseio e preparação dos alimentos, tem uma alta potencialidade energética. (Flores, 2014)

Segundo González *et al.* (2013) o biogás é considerado uma fonte energética que se renova e pode ser produzido a partir da decomposição de matéria orgânica, resíduos provenientes da agricultura ou da criação de animais. Durante sua ação de decomposição determinados microrganismos retiram substâncias necessárias para sua sobrevivência e desta maneira liberam gases.

Sendo assim o presente trabalho aborda o tema sustentabilidade aplicando uma sequência didática, com uma abordagem investigativa, para alunos da última etapa do Ensino Médio da modalidade Educação de Jovens e Adultos, que incentive a reflexão sobre a possibilidade de utilização de resíduos orgânicos oriundos da preparação da merenda escolar, para a produção de biogás por meio da construção de um biodigestor, com materiais de baixo custo e de fácil acesso. Ao longo da atividade será realizada uma avaliação para compreender a percepção dos alunos mediante ao uso dessa abordagem, além da confecção de um material educativo destinado a comunidade escolar.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 DESAFIOS NO ENSINO DE BIOLOGIA

Educar é um ato que colabora para tornar a vida de docentes e educandos em processos constantes de aprendizagem nas escolas e em sociedade. É contribuir para que o aluno construa sua identidade no caminho pessoal e profissional do seu projeto de vida, bem como, no desenvolvimento das atividades de compreensão, comunicação e emoção que permitam o encontro do seu espaço na sociedade formando cidadãos realizados e produtivos. (Moran, 2000)

Despertar ideias para formulação de novos pensamentos pode levar a um crescimento intelectual, tanto para quem ensina, quanto para quem aprende. Segundo Meira (1998), o processo de ensino-aprendizagem não se apresenta em um sentido restrito, mas gera crescimento humano tanto em professor/pesquisadores quanto alunos.

A atualidade educacional requer competências e habilidades que despertem nos alunos a reflexão e compreensão da realidade, interagindo com a sociedade como cidadãos críticos e de compromisso com o futuro, visando um ensino-aprendizagem cada vez mais capaz. (Hamze, 2004)

De acordo com Nascimento *et al.* (2015), cada sala de aula possui uma particularidade, pois cada estudante vem de realidade diferente, requerendo que o professor/pesquisador esteja preparado para planejar ações que permitam uma melhor compreensão dos alunos, solucionando os diversos cenários que poderão acontecer no ambiente escolar.

No que diz respeito ao ensino da Biologia, Araújo & Pedrosa (2014) destacam que as principais dificuldades são,

(...) a inadequação da explicação de alguns conceitos pelo professor/pesquisador; o curto tempo para exposição dos conceitos; a dificuldade do professor/pesquisador em responder às dúvidas dos alunos; a falta de discussão sobre determinados aspectos considerados importantes para ancorar o novo conhecimento; a grande quantidade de termos novos dos quais os alunos precisam se apropriar e a falta de atividades práticas ou experimentais para auxiliar na exposição do conteúdo, dentre outros fatores.

De acordo com Duré *et al.* (2018), “ensinar Biologia é uma tarefa complexa, exige que professor/pesquisador e aluno lidem com uma série de palavras diferentes, com pronúncias difíceis e escritas que divergem da linguagem comumente usada pela população”. Nesse contexto, é essencial implementar estratégias pedagógicas que promovam a participação ativa dos alunos, estimulando questionamentos, discussões e atividades práticas que conectem a teoria biológica ao seu cotidiano. Essa abordagem resiliente não apenas enriquece a experiência educacional, mas também fortalece a capacidade dos professor/pesquisadores de superar obstáculos, oferecendo aos estudantes oportunidades enriquecedoras e adaptadas ao contexto contemporâneo. (Meira, 1998; Mayer *et al.* 2013)

O currículo, como instrumento da cidadania democrática deve abranger conteúdos e estratégias de aprendizagem que capacitem o ser humano para a vida em sociedade, a atividade produtiva e a experiência subjetiva, de forma que visem à integração do ser humano com as relações políticas, do trabalho e da simbolização subjetiva. (Brasil, 2000)

A contextualização associada à interdisciplinaridade vem sendo divulgada pelo Ministério da Educação (MEC) como princípio curricular central dos PCNs capaz de proporcionar uma revolução no ensino. Para Pereira (2000), formar indivíduos que se realizem como pessoas, cidadãos e profissionais exige da escola muito mais do que a transmissão e acúmulo de informações. Exige experiências concretas e diversificadas, partindo da vida cotidiana para as situações de aprendizagem.

Mesmo diante dos constantes avanços científicos e tecnológicos, observa-se que o ensino de ciências e biologia, na maioria das vezes, se restringe as aulas expositivas com pouca participação dos alunos, não buscando outros recursos didáticos. (Pinho; Lepinski, 2010)

A incorporação da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) destaca a necessidade de adotar novas metodologias visando alcançar as competências e habilidades esperadas dos educandos, elevando, assim, os índices de desempenho dos alunos do Ensino Médio. Conforme observado por Souza (2017), para atingir esse objetivo, as escolas precisam ajustar-se a essa nova abordagem, abandonando a ênfase exclusiva no acúmulo de conteúdo. Em vez disso, devem direcionar seus esforços para auxiliar os alunos em seu protagonismo na vida prática. Essa abordagem, segundo o autor, propicia um processo de ensino-

aprendizagem mais contextualizado com a realidade dos alunos, envolvendo-os de maneira mais significativa no ambiente escolar.

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) tem como objetivo primordial fomentar a formação integral dos alunos, possibilitando que eles desenvolvam a capacidade de enfrentar situações complexas em suas vidas com autonomia. Essa abordagem busca, simultaneamente, promover a colaboração com a sociedade, o respeito à pluralidade cultural, a preservação do meio ambiente e o posicionamento crítico, embasado em uma postura ética e inclusiva. A BNCC reconhece e reafirma o papel essencial da Educação Básica na formação e no desenvolvimento humano global. Isso implica uma compreensão profunda da complexidade e não linearidade desse desenvolvimento, superando visões reducionistas que priorizam apenas a dimensão intelectual (cognitiva) ou a dimensão afetiva. (Brasil, 2018) Ao propor a superação da fragmentação radical disciplinar do conhecimento, a BNCC enfatiza a necessidade de aplicar os aprendizados na vida real, destacando a importância do contexto para conferir significado ao conhecimento adquirido. Além disso, ela ressalta a relevância do estímulo ao protagonismo do estudante em sua aprendizagem e na construção de seu projeto de vida:

No Ensino Médio, a área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias oportuniza o aprofundamento e a ampliação dos conhecimentos explorados na etapa anterior. Trata a investigação como forma de engajamento dos estudantes na aprendizagem de processos, práticas e procedimentos científicos e tecnológicos, e promove o domínio de linguagens específicas, o que permite aos estudantes analisar fenômenos e processos, utilizando modelos e fazendo previsões. Dessa maneira, possibilita aos estudantes ampliar sua compreensão sobre a vida, o nosso planeta e o universo, bem como sua capacidade de refletir, argumentar, propor soluções e enfrentar desafios pessoais e coletivos, locais e globais. (Brasil, 2018)

Conforme destacado por Mota e Rosa (2018), para atender a essas demandas, é imprescindível considerar o desenvolvimento e a implementação de novas metodologias. Isso se justifica, primeiramente, pela constatação de que a aula expositiva não satisfaz plenamente às exigências da atual geração. Uma extensa pesquisa na área da educação em ciências evidencia de forma clara que ambientes de ensino passivos, centrados na exposição verbal do docente, revelam-se

ineficazes tanto para a assimilação de conceitos concretos quanto para o desenvolvimento de competências essenciais para a vida futura.

Métodos de ensino tradicionais, que se concentram na figura autoritária do professor/pesquisador, na mera transmissão de conteúdos e na passividade dos alunos, não estão correspondendo às exigências dos jovens estudantes. Essa constatação reforça a necessidade premente de revisão e inovação nas práticas pedagógicas, visando melhor atender às características e demandas contemporâneas dos discentes. (Santos, *et al.*, 2020)

2.2 ABORDAGEM INVESTIGATIVA

Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) orientam a proposição de situações que visam conferir significado ao ensino para o aluno, promovendo uma maior interação entre os estudantes e a contextualização do conteúdo. Ademais, sugerem a implementação de momentos de investigação, comunicação e debate, viabilizados pela realização de experimentos que evidenciem fenômenos naturais. (Brasil, 2000)

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) destaca a importância de as aulas de Ciências Naturais proporcionarem ao aluno momentos de contextualização e investigação, a fim de que a formação discente possibilite reflexões acerca do mundo. (Brasil, 2018) Nesse contexto, a BNCC (2018) enfatiza:

Os processos e práticas de investigação merecem também destaque especial nessa área. Portanto, a dimensão investigativa das Ciências da Natureza deve ser enfatizada no Ensino Médio, aproximando os estudantes dos procedimentos e instrumentos de investigação, tais como: identificar problemas, formular questões, identificar informações ou variáveis relevantes, propor e testar hipóteses, elaborar argumentos e explicações, escolher e utilizar instrumentos de medida, planejar e realizar atividades experimentais e pesquisas de campo, relatar, avaliar e comunicar conclusões e desenvolver ações de intervenção, a partir da análise de dados e informações sobre as temáticas da área. (Brasil, 2018)

As metodologias ativas e o ensino investigativo emergem como estratégias fundamentais para viabilizar um processo de ensino e aprendizagem eficaz, conduzindo os estudantes ao desenvolvimento das competências e habilidades almejadas para seu respectivo nível de ensino, conforme preconizado pela Base

Nacional Comum Curricular (BNCC) (Brasil, 2018). Entretanto, é importante salientar que, segundo a Teoria da Aprendizagem Significativa, não há um único método que se aplique de maneira adequada a todos os estudantes. Portanto, torna-se essencial que os docentes incorporem métodos diversificados de ensino (Pelizzari, *et al.*, 2002) para atender às variadas necessidades e estilos de aprendizagem presentes em sala de aula.

As atividades investigativas são organizadas de maneira que o professor/pesquisador possa abordar diversas etapas do processo de investigação científica, incluindo a delimitação de problemas, a formulação de hipóteses e a coleta e interpretação de dados. Conforme observado por Pedastre, *et al.* (2015), o Ensino de Ciências por Investigação (EnCI) segue uma estruturação em fases de investigação, que compreendem: questionamento, proposição de hipóteses, coleta e análise de dados, comparação das hipóteses com os resultados obtidos, elaboração de conclusões e a comunicação reflexiva dos resultados encontrados.

Conforme Tamir (1990), as atividades investigativas podem ser categorizadas em diferentes níveis. Assim sendo, o caráter mais ou menos investigativo de uma atividade está condicionado ao grau de abertura proporcionado aos estudantes.

O ensino investigativo, sendo uma abordagem didática mais abrangente do que as metodologias ativas, permite o questionamento e fomenta a autonomia na construção do conhecimento. (Brito *et al.*, 2018) Contudo, é importante salientar que nem todas as metodologias ativas resultam em um ensino investigativo. Para que se concretize um ensino investigativo, é imperativo seguir as etapas do método científico, isto é, partir de um problema, formular hipóteses, planejar a verificação dessas hipóteses, executar o experimento/observação, analisar e discutir os dados e elaborar conclusões. (Almeida; Sasseron, 2013)

No contexto do ensino por investigação, o docente desempenha o papel de orientador da pesquisa, criando condições propícias para a busca de dados, auxiliando nas discussões e direcionando atividades nas quais os estudantes compreendem as razões por trás de seus procedimentos. (Trivelato, 2015)

O ensino por investigação, não tem como objetivo formar cientistas, mas desenvolver nos estudantes habilidades cognitivas, capacidade de argumentação e interpretação de dados. (Zômpero; Laburú, 2011) Além disso, busca estimular o pensamento crítico, a curiosidade científica e a habilidade de resolver problemas, proporcionando uma formação mais ampla e holística. Ao adotar essa abordagem, o

processo de aprendizagem torna-se mais dinâmico, envolvendo os alunos de maneira ativa na construção do conhecimento, promovendo a autonomia intelectual e a formação de cidadãos críticos e participativos. Portanto, o ensino por investigação não apenas contribui para o desenvolvimento de competências científicas, mas também para a formação integral dos estudantes, preparando-os para enfrentar os desafios do mundo contemporâneo.

2.3 RESÍDUOS ORGÂNICOS E SUSTENTABILIDADE

O aumento de resíduos produzidos pela atividade (ou consumo) humano resultou em impactos ambientais prejudiciais ao longo do tempo. O desperdício de alimentos tem se destacado como uma significativa questão ambiental, manifestando-se ao longo de toda a cadeia alimentar humana, desde a produção até o consumo, com maior incidência no estágio pós-consumo. (Oliveira, 2021)

Entende-se por lixo orgânico aquele constituído por restos de alimentos, bagaços e cascas de frutas e legumes, matéria prima que contém principalmente alta concentração de nitrogênio. (Teixeira *et al.*, 2002)

Para Barbosa *et al.* (2019), o aumento significativo na produção de resíduos representa um desafio substancial para os órgãos públicos e a população em geral. Diante dessa problemática, há uma busca constante por abordagens simples no que se refere ao recolhimento e ao acondicionamento apropriado dos resíduos, visando evitar impactos adversos tanto para a população quanto para o meio ambiente.

Assim, torna-se fundamental que os municípios adotem estratégias de gerenciamento integrado de resíduos sólidos. Essa abordagem abrange a redução da geração de resíduos, a promoção da reutilização e a implementação de processos de reciclagem de materiais com potencial para se transformarem em matéria-prima na fabricação de outros produtos. Tais práticas devem ser norteadas pelos princípios fundamentais da Educação Ambiental. (Barbosa, *et al.*, 2019)

Para Neto (1996), a preocupação com a preservação do meio ambiente também se estende à operação de estabelecimentos que preparam refeições. O processo de preparação de alimentos nesses locais gera uma quantidade significativa de resíduos, principalmente resíduos orgânicos, que consistem em materiais compostos por carbono suscetíveis à decomposição e que representam a maior parte do total.

Estudos foram conduzidos para investigar a geração de resíduos em ambientes escolares. Durante a análise dos resíduos sólidos de uma escola municipal em Campina Grande/PB, constatou-se uma média de produção de 4,2 kg de resíduos orgânicos por dia, representando 56% do total de resíduos gerados. (Flor *et al.*, 2002) Em outro estudo realizado por Cabral *et al.* (2002) em uma escola municipal em Queimadas/PB, também foram observados valores médios diários elevados, com a produção de 5,4 kg de resíduos orgânicos.

Essa perspectiva ressalta a importância de uma política efetiva de reaproveitamento de materiais orgânicos, especialmente considerando que a maior parte dos resíduos provenientes da merenda escolar consiste em matéria orgânica. O reaproveitamento desse material não apenas contribuiria para uma coleta e disposição final de lixo mais eficiente, mas também representaria uma mudança substancial no paradigma atual, alinhando-se à práticas sustentáveis e promovendo uma gestão mais responsável dos recursos naturais.

A gestão integrada de resíduos sólidos, visando a sustentabilidade ambiental, pode adotar estratégias como a redução e reutilização, por meio de compostagem e reciclagem. Iniciativas educativas são essenciais para promover hábitos de consumo consciente. Alinhando-se às forças do mercado, é possível incentivar práticas de produção sustentáveis, diminuindo a dependência de combustíveis fósseis, um grande contribuinte para as mudanças climáticas. A reciclagem, impulsionada por sistemas de coleta seletiva e triagem, enfrenta desafios significativos em muitos municípios brasileiros. (Gouveia, 2012)

A conscientização sobre o impacto ambiental, especialmente no que se refere aos padrões de consumo, tornou-se um tema central nas políticas ambientais em desenvolvimento. Essa crescente percepção é influenciada pelo aumento populacional e pela preocupação cada vez maior com os problemas ambientais ligados aos hábitos de consumo e estilos de vida individuais. (Portilho, 2010)

Nascimento (2012) destaca que a sustentabilidade tem seus alicerces em dois prismas: o biológico, relacionado à ecologia e à capacidade de recuperação dos ecossistemas frente ao uso indiscriminado de recursos naturais e ações humanas ou naturais, e o econômico, voltado para o desenvolvimento diante das dificuldades em manter padrões adequados de produção e consumo.

Um sistema sustentável de resíduos sólidos deve ser integrado, orientado para o mercado, flexível, socialmente aceito e capaz de controlar todos os tipos de

materiais e suas fontes geradoras. Deve abranger uma perspectiva global, incorporando métodos eficientes de coleta e tratamento, gestão de materiais, eficiência ambiental, viabilidade econômica e aceitação social. Esse sistema deve envolver a coleta com separação e classificação para reciclagem, tratamento biológico de materiais orgânicos, tratamento térmico para resíduos geradores de energia e uma disposição final com mínimo impacto ambiental. (Barakat, 2009)

2.4 DECOMPOSIÇÃO E BIODIGESTOR

Nos últimos anos, a preocupação com os resíduos sólidos urbanos tem crescido devido à complexidade das demandas ambientais, sociais e econômicas. Isso requer uma nova abordagem por parte do governo, sociedade civil e setor privado, conforme delineado na Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). (Brasil, 2016)

O gerenciamento inadequado de resíduos sólidos resulta em prejuízos, desperdícios e contribui significativamente para a perpetuação das desigualdades sociais. Além disso, representa uma ameaça constante à saúde pública e intensifica a degradação ambiental, comprometendo a qualidade de vida, especialmente nas áreas urbanas mais densamente povoadas. (Schalch *et al.*, 2002)

Quando os resíduos estão em ambientes naturais equilibrados, eles se degradam espontaneamente, participando na reciclagem de nutrientes nos ciclos da matéria orgânica. Contudo, quando são descartados em grande quantidade e de maneira inadequada, representam um sério risco ambiental, gerando chorume e emitindo gases na atmosfera. Portanto, é crucial adotar métodos apropriados de gestão e tratamento para manter o equilíbrio da matéria orgânica. (Brasil, 2010)

Uma opção para a destinação e redução de resíduos orgânicos é a biodigestão. Esse método envolve a decomposição da matéria orgânica na ausência de oxigênio, sendo conduzido por biodigestores, equipamentos que facilitam o processo. Como subprodutos, são gerados fertilizantes e gases, sendo o biogás, especialmente o metano, aproveitável como combustível para geração de calor e energia elétrica. (Brasil, 2017)

Segundo Magalhães (1986), biodigestores são dispositivos hermeticamente vedados nos quais se introduz material orgânico para passar por um processo de fermentação anaeróbica. Esse procedimento ocorre ao longo de um determinado

período, caracterizado como biodigestão anaeróbica, resultando na produção de produtos gasosos, predominantemente metano e dióxido de carbono, além de biofertilizantes. Esses biodigestores representam uma abordagem eficaz para a gestão sustentável de resíduos orgânicos, proporcionando não apenas a produção de biogás para fins energéticos, mas também a obtenção de fertilizantes valiosos para a agricultura.

A adoção de biodigestores desempenha um papel crucial na integração das atividades agropecuárias, permitindo o aproveitamento do esterco, muitas vezes subestimado em termos comerciais, e convertendo-o em duas bases essenciais para o desenvolvimento sustentável: energia renovável e fertilizante orgânico. Essa prática resulta em aumentos na produção agrícola e na disponibilidade de energia para processar produtos, o que agrega valor, organiza a produção, reforça a conservação e aprimora a logística de comercialização. (Fernandes; Testezlaf, 2002)

De acordo com Araújo (2017), a produção de biogás resulta da criação de um ambiente propício para que as bactérias metanogênicas atuem sobre a matéria orgânica, gerando esse combustível por meio de uma rota biológica específica. Esse ambiente propício envolve condições químicas e físicas essenciais para o aumento do número dessas bactérias no biodigestor, sendo observadas em faixas adequadas de temperatura, pH (potencial hidrogeniônico) e relação carbono/nitrogênio (C/N) na biomassa.

Embora o uso do metano na produção de biogás seja amplamente reconhecido, as pesquisas que exploram resíduos agrícolas, como biomassa para a geração de biogás, são uma área mais recente. Os resultados da pesquisa realizada pelos autores indicam que resíduos orgânicos, como casca de banana, folhas e pseudocaule, demonstraram sucesso na produção de biogás, apresentando viabilidade tanto técnica quanto econômica. Os autores destacam que o retorno do investimento em um biodigestor indiano, com capacidade mínima de geração diária de 10 m³ (metros cúbicos) de biogás, é de aproximadamente 3 anos. (Souza *et al.*, 2010)

3. JUSTIFICATIVA

A perspectiva de construção de um biodigestor utilizando materiais facilmente acessíveis emerge como uma alternativa promissora para a gestão sustentável dos resíduos orgânicos provenientes do preparo da merenda escolar. Essa abordagem prática e economicamente viável permite a possibilidade de transformação eficiente dos resíduos em biogás, contribuindo não apenas para a redução do impacto ambiental, mas também para a promoção de práticas sustentáveis no âmbito escolar. Ao adotar essa iniciativa, as instituições de ensino podem não apenas gerenciar de maneira eficaz os resíduos orgânicos, mas também engajar os alunos em práticas educativas que promovem a conscientização ambiental e o desenvolvimento de soluções inovadoras para desafios contemporâneos.

4 OBJETIVOS

4.1 Objetivo geral

Criar uma sequência didática que possibilite a implementação de atividades de caráter investigativo, utilizando a construção de um biodigestor, a fim de explorar a sustentabilidade no Ensino Médio por meio da reutilização de matéria orgânica.

4.2 Objetivos específicos

- Incentivar a possibilidade de utilização de matéria orgânica descartada no processo de preparo da merenda escolar;
- Promover uma abordagem mais sustentável e consciente na gestão de resíduos alimentares;
- Melhorar a participação e o entendimento dos alunos dos principais conceitos que envolvem sustentabilidade e decomposição;
- Avaliar a percepção e a impressão dos alunos a respeito do método proposto, ao longo da aplicação da sequência didática;
- Produzir um arquivo digital contendo a sequência didática aplicada para sua publicação e disseminação.

5 MATERIAIS E MÉTODOS

5.1 Caracterização da pesquisa

O presente trabalho foi desenvolvido no Colégio Estadual CIEP Marlene Abib de Oliveira Fabri, no município de Varre-Sai, Rio de Janeiro. Foram incluídos os alunos da última etapa do Ensino Médio da modalidade Educação de Jovens e Adultos, devidamente matriculados que aceitaram participar da pesquisa – por se tratar da modalidade de Ensino de Jovens e Adultos não houveram alunos menores de idade, não necessitando assim, de um termo de autorização dos pais.

Para que a pesquisa fosse realizada inicialmente, foi solicitada autorização da direção da escola (Anexo A) com os estudantes que aceitassem participar. Esta pesquisa foi submetida e aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos (CEP) da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), parecer número 6.185.204 (Anexo B). Todos os estudantes foram informados quanto aos objetivos do estudo. Só participaram da pesquisa aqueles que entregaram assinados o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido - TCLE (Apêndice A). Participaram todos os alunos da turma, devidamente matriculados e com os termos devidamente assinados.

Para o desenvolvimento da pesquisa foi elaborada uma Sequência Didática/Produto Educacional (Apêndice B), distribuída ao longo de oito aulas, cada uma com a duração de cinquenta minutos como observado no Quadro 1.

Durante a aplicação desta sequência didática proposta, uma espécie de “Diário de Bordo” foi produzido com a finalidade de registrar curiosidades, questionamentos e dúvidas, que pudessem surgir ao longo do desenvolvimento de cada etapa.

O diário de bordo é reconhecido como um instrumento de documentação de estudos utilizado ao longo das atividades, com o propósito específico de acompanhar a aprendizagem dos alunos. Pode também ser empregado para registrar experiências ao longo do processo de ensino e aprendizagem. Nesse sentido, o diário de bordo é considerado eficaz como uma ferramenta durante o desenvolvimento das atividades de aprendizagem dos estudantes, especialmente no contexto da educação científica. (De Oliveira *et al.*, 2017; Monteiro, 2007; Alves, 2001)

Esse material produzido serviu como objeto de reflexão, para avaliar as atividades propostas, bem como a produção desta dissertação.

5.2 A sequência didática/Produto educacional

A construção da sequência didática ocorreu ao longo de oito aulas, cada uma com a duração de cinquenta minutos. Cada aula foi designada por um numeral romano, representando uma etapa distinta realizada durante esse período.

Quadro 1 - Resumo da sequência didática

AULA	ETAPA	ATIVIDADE	TEMPO
1º	I	Observação: Visita à cozinha do colégio para observar o preparo dos alimentos com foco na produção de resíduos	50 minutos
2º	II	Problematização: <i>Além do uso de resíduos orgânicos, para adubação, como podemos reutilizar esses resíduos oriundos da preparação da merenda escolar?</i> Formulação de hipóteses e coleta de dados	50 minutos
3º	III	Comunicação: apresentar os dados pesquisados, indicando a possibilidade ou não de aplicação das hipóteses. Ponderações feitas pelo professor/pesquisador.	50 minutos
4º	IV	Consolidação: complementar conteúdos sobre sustentabilidade e decomposição de matéria orgânica, previstos para Ensino Médio. Questionamento: <i>Como construir um Biodigestor, usando materiais simples, para o aproveitamento de resíduos orgânicos obtidos na produção da merenda escolar?</i> Coleta de dados	50 minutos
5º	V	Elaboração de um projeto para construção de um Biodigestor	50 minutos
6º	VI	Construção de um Biodigestor	50 minutos
7º	VII	Construção de um Biodigestor	50 minutos
8º	VIII	Avaliação: discutir com a turma os resultados obtidos e apresentar os dados colhidos ao longo das etapas, por meio do Diário de Bordo.	50 minutos

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Este quadro foi elaborado para sintetizar e proporcionar uma breve descrição do que ocorreu em cada etapa (Quadro 1). No entanto, os detalhes específicos de cada etapa estão apresentados posteriormente no desenvolvimento das etapas.

Etapa I - Visita à cozinha do colégio

Inicialmente, os estudantes foram conduzidos à cozinha da escola, um ambiente onde ocorre diariamente a elaboração da merenda escolar. Sob a orientação do professor/pesquisador, os alunos foram instigados a refletir sobre a significativa produção de resíduos orgânicos no processo de preparação dos alimentos, explorando não apenas os desafios do descarte, mas também as oportunidades de aproveitamento sustentável desses materiais.

Etapa II - Problematização, formulação de hipóteses e coleta de dados

Retornando a sala de aula o professor/pesquisador propôs aos alunos o seguinte questionamento: ***Além do uso de resíduos orgânicos, para adubação, como podemos reutilizar esses resíduos oriundos da preparação da merenda escolar?***

A partir desse questionamento, cada discente foi desafiado a aplicar seus conhecimentos na criação de um projeto ou experimento inovador, propondo soluções concretas para a problemática em questão. Cada aluno elaborou e descreveu seu projeto de forma detalhada, apresentando ideias criativas e viáveis que pudessem contribuir para a mitigação dos resíduos orgânicos na escola. Esses projetos foram registrados de maneira visual e concisa em folhas de papel A4, e entregue ao professor/pesquisador.

Após uma leitura realizada pelo docente, o esquema foi devolvido aos alunos, que foram incentivados a aprofundar ainda mais seus conhecimentos. A etapa seguinte envolveu a realização de pesquisas em diversas fontes, permitindo que os estudantes explorassem diferentes abordagens e tecnologias relacionadas à reutilização de resíduos orgânicos. O objetivo principal era enriquecer o embasamento teórico dos alunos, oferecendo-lhes uma compreensão mais aprofundada das possibilidades práticas e científicas envolvidas em seus projetos. O

conhecimento adquirido pelos discentes teve como objetivo comprovar ou refutar a viabilidade e eficácia das soluções apresentadas.

Etapa III - Apresentação dos dados e ponderações feitas pelo professor/pesquisador

No momento seguinte, os alunos apresentaram os dados pesquisados com um parecer conclusivo, destacando argumentos embasados que sustentassem suas hipóteses ou mesmo as refutassem com base em suas pesquisas. Cada aluno teve um tempo máximo de 2 (dois) minutos para expor seus argumentos, promovendo uma dinâmica ágil e objetiva. Entre cada apresentação, o professor/pesquisador desempenhou um papel ativo, fornecendo comentários pertinentes relacionados ao que foi relatado, orientando ajustes necessários ou enfatizando bons argumentos, contribuindo assim para o aprimoramento das propostas dos estudantes.

Etapa IV - Consolidação

Num desfecho esclarecedor, o professor/pesquisador, considerando todas as alegações apresentadas pelos alunos, trouxe à luz as considerações acerca de sustentabilidade e decomposição de matéria orgânica, apontando para uma abordagem mais aprofundada indicada ao Ensino Médio. Recorrendo a diversas fontes como o livro didático, artigos científicos relacionados ao tema e o material pesquisado pelos próprios alunos, o docente realizou uma exposição dialogada que consolidou o aprendizado, destacando a importância do tema e a aplicação prática das soluções propostas pelos estudantes. Após realizar a consolidação, foi levantado, pelo docente, um segundo questionamento que norteou o desenvolvimento de um projeto que foi desenvolvido pelos alunos - ***Como construir um Biodigestor, usando materiais simples, para o aproveitamento de resíduos orgânicos obtidos na produção da merenda escolar?*** Diante desse questionamento, os alunos foram desafiados a realizar pesquisas, em diversas fontes, sobre a viabilidade da construção de um biodigestor, utilizando materiais de fácil acesso. Após realizarem a pesquisa, em comum acordo, os alunos escolheram uma fonte como norteadora para elaborar uma lista detalhada dos materiais necessários para a construção, bem como os procedimentos requeridos. Uma vez

que na próxima etapa eles realizaram a elaboração de um projeto único da turma, para a construção de um biodigestor.

Etapa V - Elaboração de um projeto para construção de um Biodigestor

Nesse momento, os alunos foram orientados a conceber um projeto voltado para a construção de um modelo de biodigestor. Para a completa elaboração do referido projeto, foi requerido que os alunos considerassem minuciosamente não apenas os materiais essenciais, mas também os procedimentos necessários para a execução do projeto, incluindo a criação de um esboço que delineasse de maneira preliminar o resultado final esperado.

Etapas VI e VII - Construção de um Biodigestor

Nessa etapa os alunos empreenderam a coleta dos materiais previamente selecionados, utilizando como referência o projeto de construção meticulosamente desenvolvido por eles próprios. Sob a orientação atenta do professor/pesquisador, deram início à empolgante etapa de confecção do biodigestor. Durante esse período, os estudantes aplicaram seus conhecimentos teóricos de forma prática e vivenciaram o intrincado processo de transformar conceitos abstratos em uma construção tangível.

Etapa VIII – Avaliando a jornada

Na última aula, o professor/pesquisador conduziu uma avaliação conjunta com os alunos para analisar as etapas da sequência didática que foi desenvolvida, bem como os resultados obtidos. Para facilitar essa análise, o professor/pesquisador utilizou o diário de bordo no qual registrava os comentários dos alunos ao longo da aplicação de cada etapa. Esse diário funcionou como uma ferramenta valiosa para compreender o comportamento dos alunos em cada fase, acompanhar a evolução do aprendizado e promover a auto avaliação. As discussões entre o professor/pesquisador e os alunos, embasadas nos registros do diário de bordo, permitiram uma reflexão mais profunda sobre o processo de ensino-aprendizagem,

contribuindo para o aprimoramento das práticas pedagógicas e para o desenvolvimento integral dos estudantes.

5.3 Analisando os dados

Durante a aplicação da sequência didática proposta, uma espécie de “diário de bordo” foi produzido com a finalidade de registrar curiosidades, questionamentos, dúvidas, que pudessem surgir ao longo do desenvolvimento de cada etapa. Esse material produzido pode servir como objeto de reflexão, para que o docente possa avaliar as atividades propostas, bem como a produção do projeto proposto.

Ao fim da aplicação da sequência didática foi realizada uma análise de caráter qualitativo levando em consideração a observação e vivência no decorrer do processo.

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 Elaboração da sequência didática/Produto educacional

A Sequência Didática foi elaborada conforme apresentada anteriormente na metodologia dessa pesquisa de forma simplificada, no Quadro 1 e detalhada na Seção 5.2. Como cada etapa corresponde a uma aula da disciplina em que o professor/pesquisador leciona, foi necessário realizar um planejamento prévio para que aplicação da atividade não impactasse nos conteúdos previstos para a etapa de ensino escolhida. Assim após realizar tal adaptação foi possível iniciar a sequência didática proposta.

De acordo com Méheut (2005), as Sequências Didáticas (SD) representam um conjunto de atividades interconectadas que visam facilitar a aprendizagem do conhecimento científico escolar pelos estudantes. O autor enfatiza que essas sequências incorporam quatro elementos essenciais: o professor/pesquisador, os alunos, o mundo real e o conhecimento científico, os quais, quando combinados, enfatizam duas dimensões principais - a epistêmica, que envolve a relação entre o mundo material e o conhecimento científico, e a dimensão pedagógica, que permeia o papel do professor/pesquisador, dos alunos e suas interações.

A elaboração de uma Sequência Didática é resultado de um planejamento didático, no qual a organização e progressão dos conteúdos devem ser cuidadosamente articuladas. Zabala (1998)

6.2 Aplicação da sequência didática/Produto educacional

Em um primeiro momento, o professor/pesquisador trouxe à tona uma importante explicação sobre a proposta do projeto de pesquisa. Foi explicado de forma muito breve o significado de sequência didática, ressaltando que cada etapa da mesma seria uma peça crucial para o desdobramento do aprendizado. Foi enfatizado também que a atenção e o engajamento de cada um seriam fundamentais. Afinal, a proposta da atividade não se trata apenas de seguir um roteiro pré-estabelecido, mas de viver intensamente cada fase, absorvendo o máximo de conhecimento e construindo, juntos, uma experiência enriquecedora.

O professor/pesquisador ressaltou que a jornada seria desafiadora, mas que cada desafio seria uma oportunidade para desenvolver habilidades, explorar novos horizontes e, acima de tudo, aprender de maneira significativa. E que a sequência didática não seria apenas um conjunto de atividades, mas uma trama educativa cuidadosamente desenhada para estimular a curiosidade, a criatividade e a autonomia de cada aluno.

6.2.1 Etapa I - Visita à cozinha do colégio

A visita à cozinha da escola, marcando a primeira etapa da abordagem investigativa, proporcionou aos estudantes uma oportunidade valiosa de observação prática (Figura 01).

O ensino por investigação é marcado pela apresentação de um problema que requer diálogo e promove a liberdade intelectual dos estudantes, capacitando-os a desenvolver interações e práticas discursivas essenciais para o processo científico, tais como descrições, explicações, argumentações, generalizações, e outras habilidades. (Carvalho, 2013)

Figura 01 – Visita à cozinha do colégio e observação da produção de resíduos orgânicos no preparo da merenda escolar



Fonte: Acervo pessoal de imagens do pesquisador (2023).

Ao serem imersos no ambiente onde ocorre diariamente a preparação da merenda escolar, os alunos não apenas testemunharam, mas também vivenciaram diretamente o processo. Essa observação *in loco* permitiu que eles identificassem de forma concreta a extensão da produção de resíduos orgânicos associados a essa atividade cotidiana.

A orientação do professor/pesquisador durante essa etapa foi crucial para direcionar o olhar dos estudantes para além da mera constatação dos resíduos, instigando reflexões mais aprofundadas sobre as implicações ambientais e as possíveis soluções sustentáveis. Essa experiência inicial não apenas despertou a consciência dos alunos para os desafios do descarte de resíduos orgânicos, mas também preparou o terreno para as etapas subsequentes da abordagem investigativa. Assim, a visita à cozinha da escola serviu como ponto de partida essencial para uma jornada educativa mais ampla e engajadora, como podemos observar através da “Diário de Bordo” (Quadro 2).

Quadro 2 – Diário de Bordo: Parte I-Visita à cozinha do colégio

<i>Diário de Bordo – Parte I</i>	
Comentários dos alunos:	
Aluno A:	“Caramba, a quantidade de coisa que sobra é impressionante. Tinha que ter uma forma de aproveitar para alguma coisa.”
Aluno B:	“Na escola onde eu trabalho de servente, a gente aproveita os talos de couve para fazer farofa.”
Aluno C:	“Nossa, quanta comida é feita por dia, nunca tinha parado para pensar nisso.”
Aluno D:	“Pô, não sabia que a merenda gerava tanto lixo.”
Aluno E:	“Fiquei chocado com a quantidade de coisas que a gente joga fora.”

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Após a observação meticulosa na cozinha do colégio, os alunos não apenas testemunharam o processo de preparação da merenda escolar, mas também absorveram *insights* valiosos sobre os desafios enfrentados na gestão dos resíduos orgânicos. Essa experiência prática serviu como um terreno fértil para a formulação de hipóteses na etapa subsequente. Cada aluno, munido das reflexões extraídas da observação, embarcou na tarefa de propor soluções inovadoras, alinhando suas hipóteses às nuances reais do ambiente escolar. Essa interconexão entre a observação direta e a elaboração de hipóteses promoveu uma abordagem mais contextualizada e fundamentada para os próximos passos do projeto.

6.2.2 Etapa II - Problematização, formulação de hipóteses e coleta de dados

Para a realização da segunda etapa foi necessário retornar para a sala de aula e logo após propor aos alunos o seguinte questionamento: ***Além do uso de resíduos orgânicos, para adubação, como podemos reutilizar esses resíduos oriundos da preparação da merenda escolar?***

Quando uma situação-problema é proposta, é fundamental conceder protagonismo aos estudantes. Nesse sentido, o professor/pesquisador deve estabelecer oportunidades para que eles se apropriem do problema, sintam-se motivados a explorá-lo e confrontar suas próprias ideias com aquelas que surgirem

durante o processo. Encorajar os alunos a duvidar, questionar e dedicar-se à busca por respostas para o problema é essencial. (Solino; Sasseron, 2018)

Essa etapa foi fundamental para estimular a criatividade e o pensamento crítico dos alunos. Em um primeiro momento os alunos ficam apreensivos, com medo de escrever algo errado, porém ao orientá-los, sobre a formulação de hipóteses e a possibilidade de comprovar ou refutar, bem como criar novas hipóteses, os discentes ficaram mais tranquilos e desenvolveram essa etapa. O professor/pesquisador, ao propor o questionamento sobre a reutilização dos resíduos orgânicos, desafiou os estudantes a irem além do óbvio, buscando soluções inovadoras e concretas para a problemática identificada na preparação da merenda escolar, como podemos observar no Quadro 3.

Quadro 3 – Hipóteses apresentadas pelos alunos após problematização

Transcrição (sintetizada) de algumas hipóteses apresentados pelos alunos	
Aluno	Hipóteses
Aluno A	“Poderiam dar para cachorros de rua, que não têm o que comer”
Aluno B	“Utilizar cascas para fazer suco e talos para fazer farofa”
Aluno C	“Fritar cascas de batata, usar talos de legumes para fazer sopa e restos de óleo para fazer sabão”
Aluno D	“Transformar os restos de legumes em um tipo de farelo (ração) para criação”

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

A elaboração detalhada de projetos individuais permitiu que cada aluno explorasse suas habilidades e conhecimentos, contribuindo com ideias criativas e viáveis para mitigar o impacto dos resíduos na escola. O registro visual em folhas de papel A4 proporcionou uma apresentação clara e concisa, facilitando a comunicação das propostas ao professor/pesquisador e aos demais estudantes, tornando o processo mais participativo e envolvente para os discentes.

Vale salientar que durante a formulação das hipóteses alguns alunos compartilharam suas ideias em voz alta, influenciando diretamente outros colegas na elaboração das suas hipóteses, pois foi observado um número considerado de propostas semelhantes, desconsideradas para elaboração do Quadro 3, resultando

em um número abaixo do esperado de hipóteses variadas. Esse fenômeno, pode ter gerado uma certa uniformidade nas propostas, limitando a diversidade de abordagens. Ainda assim, é possível considerar que esse aspecto pode ser encarado como um desafio adicional, incentivando os alunos a explorarem alternativas mais originais em fases subsequentes do projeto. O professor/pesquisador, ao tomar ciência desse impacto, pode orientar a turma a buscar uma gama mais ampla de soluções durante as próximas etapas do processo investigativo.

A etapa de coleta de dados (Figura 02) foi fundamental para a construção do embasamento teórico dos alunos, proporcionando uma imersão em diversas fontes que abordam a reutilização de resíduos orgânicos.

Figura 02 – Alunos realizando coleta de dados para confirmar suas hipóteses



Fonte: Acervo pessoal de imagens do pesquisador (2023).

Essa abordagem multifacetada permitiu que os estudantes explorassem uma ampla gama de informações, desde tecnologias existentes até práticas sustentáveis e científicas relacionadas ao tema. O objetivo central foi proporcionar aos discentes uma compreensão robusta e abrangente, enriquecendo assim suas propostas de projeto. O conhecimento adquirido durante essa fase desempenhou um papel crucial ao permitir que os alunos fundamentassem suas ideias de maneira sólida,

preparando-os para a próxima etapa do processo investigativo, onde puderam aplicar e validar suas propostas com base em evidências concretas.

Durante a etapa de coleta de dados, alguns alunos expressaram dúvidas (Quadro 4) e enfrentaram desafios significativos. A diversidade de fontes e a complexidade das informações disponíveis geraram questionamentos sobre a seleção adequada de dados relevantes para seus projetos. Além disso, a necessidade de compreender e interpretar artigos científicos e informações técnicas apresentou um desafio adicional para alguns estudantes.

As dúvidas também surgiram em relação à aplicação prática das descobertas (Quadro 4), levantando questões sobre a adaptabilidade das soluções propostas à realidade da escola. Alguns alunos expressaram preocupações sobre a disponibilidade de recursos e a viabilidade das tecnologias sugeridas.

Quadro 4 – Diário de Bordo: Parte II-Dúvidas durante a coleta de dados

<i>Diário de Bordo – Parte II</i>	
Comentários dos alunos:	
Aluno A:	“Professor/pesquisador, eu posso pesquisar em vídeos do <i>YouTube</i> ?”
Aluno B:	“Como a gente sabe se a informação é confiável, tem muito site por aí...”
Aluno C:	“É melhor fazer um resumo ou copiar as informações direto?”
Aluno D:	“E se eu não achar muitas informações sobre o meu tema?”
Aluno E:	“E se a gente descobrir que nossa ideia não funciona tão bem na prática, tem problema?”
Aluno F:	“Eu <i>tava</i> pensando, será que dá pra gente fazer isso mesmo sem gastar muito dinheiro?”
Aluno G:	“ <i>Tô</i> pensando em mudar um pouco meu projeto, mas não sei se posso. Tem problema?”

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Essa fase revelou-se não apenas como uma oportunidade de aprendizado, mas também como um momento em que os alunos puderam desenvolver habilidades de pesquisa, análise crítica e resolução de problemas.

Ao concluir a etapa de coleta de dados, os alunos emergiram com uma gama de informações e perspectivas que não apenas enriqueceram seus conhecimentos,

mas também solidificaram as bases de seus projetos. Cada discente, munido de dados provenientes de diversas fontes, empenhou-se na tarefa de reunir argumentos que pudessem sustentar suas hipóteses ou, igualmente, desafiá-las. Esse processo de análise e interpretação dos dados permitiu que os alunos aprofundassem sua compreensão sobre as possibilidades e limitações de suas propostas, consolidando a fundamentação teórica para as próximas etapas do projeto.

6.2.3 Etapa III - Apresentação dos dados e ponderações feitas pelo professor/pesquisador

Nessa fase subsequente, os alunos desempenharam o papel central ao apresentar os dados obtidos durante suas pesquisas, agregando um parecer conclusivo que buscava sustentar ou refutar suas hipóteses.

Segundo Motokane (2015), é papel do professor/pesquisador incentivar o raciocínio dos estudantes, proporcionando oportunidades para que expressem suas dúvidas e compartilhem os resultados das discussões em grupo, visando a compreensão de fenômenos específicos. Dessa forma, promove-se uma participação ativa e significativa dos estudantes no processo de aprendizagem.

Contudo, vale ressaltar que muitos dos estudantes enfrentaram desafios ao realizar pesquisas menos fundamentadas, o que dificultou a comprovação de suas hipóteses e a validação de seus projetos. Esse aspecto sublinha a necessidade de um aprimoramento na habilidade dos alunos em conduzir pesquisas, enfatizando a importância de um embasamento mais sólido para fortalecer suas propostas e tornar o processo de investigação mais eficaz. Este episódio aponta para a relevância de oferecer orientação adicional sobre métodos de pesquisa e aprofundar o conhecimento dos alunos nesse aspecto, visando potencializar o rigor e a validade de suas futuras investigações.

Ao longo da apresentação dos dados e das conclusões alcançadas, alguns alunos expressaram uma certa frustração ao perceber que suas hipóteses foram refutadas pela evidência coletada durante a pesquisa (Quadro 5). Esse momento foi crucial para o aprendizado, destacando a importância da objetividade e da imparcialidade no processo de investigação.

Essa experiência proporcionou uma valiosa lição sobre a natureza dinâmica e desafiadora da pesquisa, estimulando os alunos a repensarem suas abordagens, fortalecerem seus métodos e considerarem a revisão de conceitos diante da evidência factual. Essa frustração, embora inicialmente desanimadora, pode ser encarada como um passo crucial no desenvolvimento das habilidades de pesquisa, promovendo uma mentalidade crítica e aprimorando a capacidade dos alunos de se adaptarem diante de resultados inesperados. Esse aspecto, portanto, contribui para a formação de estudantes mais resilientes e aptos a enfrentar desafios acadêmicos com determinação e maturidade.

Quadro 5 – Diário de Bordo: Parte III-frustrações após verificarem suas hipóteses

<i>Diário de Bordo – Parte III</i>	
Comentários dos alunos:	
Aluno A:	“Que chato, pensei que ia dar certo, mas os dados mostraram outra coisa. Vou ter que pensar em outra coisa.”
Aluno B:	“Achei que minha ideia ia dar certo, mas parece que não rolou.”
Aluno C:	“Xi, esqueci de pensar nos outros restos de alimentos que sobram.”
Aluno D:	“Estava tão confiante que minha ideia ia dar certo, mas pelo visto não vou conseguir”
Aluno E:	“Vou ter que pensar em outra coisa, adubo é bem mais fácil. Desse jeito tá difícil”

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

A determinação de um tempo máximo de 2 (dois) minutos para cada aluno durante a exposição de seus argumentos revelou-se uma decisão estratégica, assegurando uma dinâmica ágil e objetiva. Essa limitação temporal não apenas incentivou a clareza na apresentação, mas também proporcionou uma distribuição equitativa do tempo, permitindo que todos os estudantes contribuíssem de maneira significativa. O cumprimento desse critério não apenas valorizou a eficiência na comunicação, mas também refletiu a importância de cultivar habilidades de síntese e expressão concisa, competências fundamentais no processo de pesquisa e apresentação de resultados.

O momento de intervenção do professor/pesquisador entre cada apresentação foi crucial para o desenvolvimento dos alunos. Sua atuação ativa,

oferecendo comentários pertinentes e direcionados, desempenhou um papel de guia, orientando os ajustes necessários e ressaltando os pontos positivos dos argumentos apresentados. Essa interação promoveu uma aprendizagem mais dinâmica e adaptativa, ao passo que os estudantes não apenas compartilhavam suas descobertas, mas também recebiam um feedback imediato e construtivo. Dessa forma, o professor/pesquisador se tornou um facilitador, contribuindo significativamente para o aprimoramento das propostas dos alunos e enriquecendo a experiência de aprendizado.

Na condução desse processo, é fundamental que o professor/pesquisador integre aspectos da ciência e da linguagem, atentando-se à fala, à leitura e à escrita dos alunos; ele desempenha o papel de mediador em todas essas atividades ao longo da sequência. De acordo com Sutton (2003), o professor/pesquisador de ciências deve ser reconhecido também como um professor/pesquisador de linguagem, pois ele orienta os alunos a compreender e reproduzir a forma como os cientistas se expressam oralmente e por escrito sobre o mundo ao seu redor.

Ao concluir essa etapa, os alunos foram incentivados a uma reflexão profunda sobre o trajeto percorrido até o momento. Eles revisitaram as hipóteses inicialmente levantadas, analisaram a aplicabilidade prática de suas propostas e mergulharam em reflexões mais amplas sobre o papel dos resíduos e a importância da sustentabilidade. Esse momento de introspecção permitiu que os estudantes não apenas avaliassem o progresso individual de seus projetos, mas também internalizassem o significado mais amplo de sua pesquisa no contexto do meio ambiente escolar. Foi uma oportunidade valiosa para conectarem as peças do quebra-cabeça, consolidando o aprendizado e preparando-se para as próximas fases desafiadoras do projeto.

6.2.4 Etapa IV - Consolidação

Nessa etapa que parecia ser conclusiva, o professor/pesquisador desempenhou um papel crucial ao trazer clareza para as alegações dos alunos. Ao considerar os dados apresentados e as hipóteses levantadas, ele conduziu uma discussão esclarecedora sobre a decomposição da matéria orgânica e a importância da sustentabilidade. Destacou, ainda, a necessidade de uma abordagem mais aprofundada, indicando que tais reflexões e investigações são mais apropriadas

para estudantes do Ensino Médio, promovendo uma compreensão mais ampla e embasada sobre essas questões complexas. Essa fase proporcionou uma valiosa orientação para os alunos, direcionando seus esforços para uma compreensão mais sólida desses temas em estágios educacionais posteriores.

Conforme Masetto (2003), a aula deve ser percebida como um ambiente de (con)vivência, no qual os alunos têm a oportunidade de aprender tanto com o professor/pesquisador quanto com os colegas, buscando integrar de forma contextualizada os conteúdos à realidade. Nesse sentido, a sala de aula é um espaço propício para a aprendizagem colaborativa e a construção do conhecimento.

O professor/pesquisador adotou uma abordagem, recorrendo a diversas fontes, incluindo o livro didático, artigos científicos e materiais pesquisados pelos próprios alunos. Esse método, embasado em uma ampla gama de conhecimentos, permitiu ao docente oferecer uma conclusão robusta, consolidando o aprendizado. Ao fazer isso, ele ressaltou a importância intrínseca do tema abordado, evidenciando como as soluções propostas pelos estudantes têm aplicações práticas significativas. Essa abordagem multidisciplinar e a conexão entre teoria e prática contribuíram para uma compreensão mais profunda e contextualizada por parte dos alunos.

Na busca por tornar o projeto ainda mais desafiador e instigante, o docente introduziu um segundo questionamento que ampliou as fronteiras da investigação dos alunos. Esse novo desafio visou a estimular uma abordagem mais aprofundada e reflexiva sobre o tema em questão, proporcionando uma oportunidade valiosa para os estudantes ampliarem seus horizontes e explorarem aspectos ainda mais complexos e intrigantes do assunto. Essa estratégia não apenas acrescentou um elemento de dificuldade, mas também incentivou a curiosidade, a pesquisa independente e a criatividade na abordagem das questões propostas.

E após realizar a consolidação, foi levantado pelo docente, um segundo questionamento que norteou o desenvolvimento de um projeto que foi desenvolvido pelos alunos - ***Como construir um Biodigestor, usando materiais simples, para o aproveitamento de resíduos orgânicos obtidos na produção da merenda escolar?***

Nessa fase do projeto, os alunos foram confrontados com um desafio empolgante. O professor/pesquisador propôs uma investigação a respeito da viabilidade da construção de um biodigestor, enfatizando o uso de materiais de fácil acesso. Essa etapa exigiu dos estudantes a realização de pesquisas em diversas

fontes (Figura 03), visando compreender a fundo os elementos necessários para a efetiva construção do biodigestor. Ao encarar esse desafio, os alunos tiveram a oportunidade de desenvolver habilidades de pesquisa, análise crítica e síntese.

Figura 03 – Alunos realizando pesquisas para construção de um biodigestor



Fonte: Acervo pessoal de imagens do pesquisador (2023).

A fase de pesquisa sobre a viabilidade da construção do biodigestor, utilizando materiais de fácil acesso, revelou alguns desafios significativos para os alunos. Muitos demonstraram dificuldades em realizar pesquisas eficientes, manifestando-se perdidos diante da vasta quantidade de informações disponíveis (Quadro 6). Em busca de orientação, frequentemente recorriam ao professor/pesquisador, solicitando ajuda para compreender e interpretar os materiais encontrados. Essa dificuldade ressalta, novamente, a importância do desenvolvimento de habilidades de pesquisa e da necessidade de aprimorar a capacidade dos alunos em explorar fontes diversas de maneira autônoma, aspecto fundamental para o desenvolvimento acadêmico e a resolução de problemas.

Buscar informações na Internet demanda uma habilidade particular devido à velocidade com que as informações nas páginas são atualizadas e à diversidade de pessoas e perspectivas envolvidas. Navegar na web exige discernimento, apreciação estética e intuição. O discernimento é necessário para não se perder

diante da abundância de opções, sendo capaz de selecionar rapidamente as mais relevantes através de comparações ágeis. (Moran, 1999)

Quadro 6 – Diário de Bordo: Parte IV-dificuldades nas pesquisas

<i>Diário de Bordo – Parte IV</i>	
Comentários dos alunos:	
Aluno A:	"Eu achei uns vídeos no <i>YouTube</i> . Como a gente escolhe qual fazer?"
Aluno B:	"Professor/pesquisador, eu tô meio perdido aqui... esses sites têm muita coisa! Como eu sei o que é realmente útil pra construir o biodigestor?"
Aluno C:	"Essa coisa de 'materiais de fácil acesso' é complicada. O que a gente pode usar que seja fácil de encontrar, mas também funcione bem?"
Aluno D:	"Tem um monte de nome nesses difíceis nesses sites. Não tô entendendo nada."
Aluno E:	"Tô com dificuldade em achar informações sobre os materiais aqui. Não tá fácil achar algo simples, professor/pesquisador."

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Então alunos foram desafiados não apenas a considerar a viabilidade da construção de um biodigestor, mas também a traduzir seus conhecimentos teóricos em ações práticas. A tarefa consistia em elaborar uma lista minuciosa dos materiais essenciais e dos procedimentos necessários para a efetiva construção do biodigestor. Isso não apenas consolidou o aprendizado teórico adquirido até então, mas também exigiu a aplicação prática de conceitos, promovendo uma abordagem holística do conhecimento. Aqui podemos destacar a importância da organização e do entendimento detalhado dos passos a serem seguidos para o êxito no desenvolvimento do projeto.

Durante a pesquisa sobre a viabilidade da construção do biodigestor, os alunos exploraram vários sites em busca de informações. Contudo, diante da diversidade de fontes, eles reconheceram a necessidade de analisar mais detalhadamente cada recurso para escolher uma fonte confiável e abrangente que explicasse claramente como construir um biodigestor caseiro. A intenção era utilizar essa fonte como referência unificada para toda a turma, garantindo uma base consistente e confiável para a execução do projeto. Essa abordagem evidencia a importância da seleção criteriosa de fontes de informação, promovendo a qualidade e confiabilidade no desenvolvimento do projeto.

Após analisar diversas fontes durante a pesquisa sobre a viabilidade da construção do biodigestor, os alunos identificaram uma fonte confiável que será utilizada como referência na próxima etapa. Essa fonte selecionada serviu como base para a elaboração do projeto de construção do biodigestor, proporcionando uma abordagem consistente e confiável para toda a turma. Essa escolha estratégica destaca a importância de uma fonte unificada que guiou o desenvolvimento do projeto de forma eficiente e coerente.

6.2.5 Etapa V - Elaboração de um projeto para construção de um biodigestor.

Nessa fase, os alunos receberam direcionamento para desenvolver um projeto destinado à construção de um modelo de biodigestor (Figura 04).

Figura 04 – Imagem de referência para construção do biodigestor



Fonte: <https://www.bgsequipamentos.com.br/como-construir-um-mini-biodigestor/> (2023).

O foco não se limitou apenas à seleção cuidadosa dos materiais essenciais, mas também à consideração detalhada dos procedimentos requeridos para a implementação do projeto. Além disso, foi solicitado que os estudantes elaborassem um esboço preliminar, proporcionando uma visão inicial do resultado final desejado.

Essa abordagem visou a promover uma compreensão abrangente e prática do processo de construção do biodigestor, incentivando a reflexão sobre cada etapa do projeto.

Os alunos, resolveram em comum acordo, utilizar o site "<https://www.bgsequipamentos.com.br/como-construir-um-mini-biodigestor/>" como uma fonte fundamental para o desenvolvimento do projeto de construção do biodigestor. Esse site forneceu uma lista clara e acessível dos materiais necessários (Figura 05).

Figura 05 – Lista de materiais necessários para a construção do biodigestor

MATERIAIS PARA CONSTRUÇÃO DO MINI BIODIGESTOR

- Um galão de água de 20 litros vazio, para o biodigestor;
- Uma câmara de pneu vazia, para o armazenamento de biogás
- Dois metros de tubulação de plástico maleável de diâmetro ¼" (6 mm)
- Um tee de diâmetro ¼" (6 mm)
- Uma válvula com registro de diâmetro ¼" (6 mm)
- Um metro de tubo PVC de diâmetro ¾" (20 mm)
- Dois cap de PVC de diâmetro ¾" (20 mm)
- Um tubo de cola tipo Super bonder
- Areia fina
- Uma sacola plástica
- Um rolo de fita adesiva
- Um pincel grande
- Uma lata pequena de tinta cor preta
- Um balde de plástico de 20 litros
- Um funil de plástico
- Equipamento de solda (opcional)

Fonte: <https://www.bgsequipamentos.com.br/como-construir-um-mini-biodigestor/> (2023).

E também orientações passo a passo para a montagem do mini biodigestor (Figura 06) para a facilitação do processo de construção e no entendimento claro das etapas envolvidas. Essas orientações detalhadas fornecem aos construtores, uma estrutura clara para seguir, garantindo que cada componente seja montado corretamente e que todas as precauções de segurança sejam observadas. Além

disso, as instruções passo a passo permitem que os construtores compreendam a lógica por trás do funcionamento do biodigestor, promovendo uma maior conscientização sobre a importância da biodigestão e incentivando a experimentação e a inovação no campo da energia renovável e do tratamento de resíduos orgânicos.

Figura 06 – Parte inicial das etapas de construção do mini biodigestor

ETAPAS DA CONSTRUÇÃO

Corte o tubo de PVC de $\frac{3}{4}$ " (20 mm) para que este fique na mesma altura do gargalo do galão.



Construção mini biodigestor

Para a entrada de matéria orgânica, faça uma abertura na parte de cima do galão com diâmetro igual ao do tubo de PVC de $\frac{3}{4}$ " (20 mm), sendo recomendado o uso de máquina de solda para fazer esta abertura. Encaixe o tubo de PVC de $\frac{3}{4}$ " (20 mm) na abertura, deixando um espaço de 5 cm acima do fundo do galão. Conecte um dos cap de PVC de $\frac{3}{4}$ " (20 mm) na extremidade do tubo que está para fora do galão.



Entrada do Mini Biodigestor

Ao seguir as diretrizes contidas no site, os alunos puderam identificar materiais de fácil acesso e integrar essas informações de maneira prática e aplicável ao seu projeto (Quadro 7).

Quadro 7 – Diário de Bordo: Parte V-reações dos alunos ao descobrir a lista de materiais para construção de um mini biodigestor caseiro

<i>Diário de Bordo – Parte V</i>	
Comentários dos alunos:	
Aluno A:	“Caramba, não imaginava que dava pra fazer um negócio desse com coisas tão simples.”
Aluno B:	“Esses materiais são bem de boa de achar! Acho que a gente consegue tudo”
Aluno C:	“Esse site foi um achado. Esse passo a passo vai ajudar muito a gente.”
Aluno D:	“Será que a gente pode adaptar alguma coisa? Tipo, usar outros materiais se a gente não encontrar algum?”
Aluno E:	“Será que a gente consegue fazer isso funcionar sem muita complicação?”

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Essa abordagem, orientada por um recurso confiável, fortaleceu a fundamentação do projeto, proporcionando aos alunos as ferramentas necessárias para transformar seus conhecimentos em prática sustentável.

Com o projeto de construção do biodigestor concluído, os alunos deram mais um passo em direção à implementação prática de suas ideias sustentáveis. Após minuciosa elaboração, que incluiu a análise de materiais acessíveis e o estabelecimento de procedimentos detalhados, a turma agora se prepara para a etapa seguinte.

Conforme destacado por Faria *et al.* (2014), essa abordagem representa uma opção viável para reutilização de matéria orgânica, cuja execução é simples e demanda materiais facilmente acessíveis e de baixo custo, tornando o projeto viável para qualquer indivíduo interessado em construir um biodigestor. Nesta fase, o papel do educador consistiu primordialmente em orientar as discussões de forma a manter os alunos focados, além de questioná-los quando apresentavam sugestões de modelos, com o intuito de fomentar a habilidade de argumentação entre os educandos.

O entusiasmo e a colaboração evidenciados durante a concepção do projeto prometem impulsionar a fase de construção, consolidando o comprometimento dos alunos com a realização de práticas sustentáveis no ambiente escolar.

6.2.6 Etapas VI e VII – Construção do biodigestor

Os estudantes, empolgados com o projeto de construção do biodigestor, partiram para a ação na fase de coleta de materiais. Munidos do projeto detalhado que haviam elaborado, seguiram as orientações cuidadosamente para selecionar os itens necessários (Figura 07). Com entusiasmo palpável, cada aluno contribuiu para a lista de materiais, garantindo que tudo estivesse alinhado com o planejamento prévio. Essa etapa representou a transição do plano teórico para a execução prática, destacando o comprometimento dos alunos com a concretização do biodigestor sustentável.

Figura 07 – Separação dos materiais para a construção do mini biodigestor



Fonte: Acervo pessoal de imagens do pesquisador (2023).

Durante a coleta de materiais para o biodigestor, alguns alunos enfrentaram desafios ao tentar encontrar determinados itens listados no site de referência. Diante

dessa dificuldade, demonstraram criatividade e adaptabilidade ao fazer ajustes e substituições, garantindo que o projeto continuasse seguindo adiante. Essa situação ressaltou a capacidade dos estudantes de superar obstáculos e encontrar soluções práticas, contribuindo para uma abordagem mais flexível e adaptável no processo de construção.

Sob a orientação cuidadosa do professor/pesquisador, os alunos deram início à emocionante etapa de construção do biodigestor. Nesse período, puderam aplicar de maneira prática os conhecimentos teóricos adquiridos, vivenciando de forma concreta o intrincado processo de transformar conceitos abstratos em uma construção tangível. Essa fase não apenas consolidou os aprendizados teóricos, mas também proporcionou uma experiência prática valiosa, onde a teoria se materializou em um projeto real.

Um ambiente escolar carente de inovação pode resultar em insatisfação e desmotivação, levando a um bloqueio na aprendizagem ou até mesmo ao abandono por parte dos alunos. Diante desse cenário, torna-se imperativo integrar aulas práticas aos conteúdos teóricos no ensino, com o propósito fundamental de cativar a atenção dos estudantes e evitar que o ambiente escolar se torne monótono, desgastante e desinteressante. (Andrade; Massabni, 2011)

Assim, uma abordagem prática no ambiente escolar não apenas visa superar as barreiras tradicionais da metodologia de ensino, mas também busca contribuir de maneira significativa para o avanço científico e tecnológico do país. (Marandino *et al.*, 2009)

O processo de ensino-aprendizagem, como historicamente demonstrado, não segue uma trajetória linear nem contínua. Nesse sentido, a integração de práticas nos ambientes escolares possibilita que os alunos revisitem o conteúdo teórico abordado em sala de aula sob diferentes perspectivas, facilitando assim a compreensão completa do tema. Dessa maneira, os alunos podem estabelecer conexões entre as informações, elaborar suas próprias conclusões, enquanto o professor/pesquisador tem a oportunidade de retomar o tema previamente discutido a partir de uma nova abordagem. (Leite *et al.*, 2005)

Durante a fase de construção do biodigestor, alguns alunos se destacaram (Figura 08) por sua habilidade em aplicar os conhecimentos teóricos de forma prática. Demonstrando engajamento e destreza, esses estudantes desempenharam um papel proeminente no processo, coordenando eficientemente a montagem dos

componentes e garantindo a fidelidade ao projeto elaborado. Suas contribuições não apenas evidenciaram uma compreensão sólida dos conceitos abordados, mas também destacaram a importância do trabalho em equipe e da aplicação prática dos conhecimentos adquiridos no desenvolvimento do projeto. Este momento de destaque para alguns alunos ressalta a diversidade de habilidades e a riqueza de experiências proporcionadas pelo projeto de pesquisa.

Figura 08 – Alunos empenhados na construção do biodigestor



Fonte: Acervo pessoal de imagens do pesquisador (2023).

Ao longo do processo de construção do biodigestor, diversos desafios surgiram, testando a perseverança e a criatividade dos alunos. No entanto, a determinação da equipe prevaleceu, e os desafios foram sendo superados com soluções inovadoras. Essa jornada revelou não apenas a capacidade dos alunos de enfrentar obstáculos, mas também fortaleceu o espírito de colaboração e resiliência do grupo.

De acordo com Ianesko *et al.* (2017), uma maneira de garantir a permanência do aluno na escola e permitir a continuidade de seus estudos está na construção de formas de aprendizado que deem o impulso necessário para que o aluno adquira o conhecimento de modo satisfatório.

A superação dos desafios tornou-se uma parte integrante do aprendizado prático, proporcionando aos estudantes não apenas conhecimento técnico, mas

também habilidades valiosas de resolução de problemas e trabalho em equipe (Figura 09).

Figura 09 – Trabalho em equipe dos alunos para a construção do projeto



Fonte: Acervo pessoal de imagens do pesquisador (2023).

Durante a construção do biodigestor, muitos alunos expressaram surpresa ao perceberem a facilidade da empreitada e vários comentários foram registrados mais uma vez em nosso “Diário de Bordo” (Quadro 8). A experiência prática trouxe uma nova perspectiva sobre a aplicação do conhecimento teórico, mostrando que o aproveitamento de resíduos orgânicos vai além da adubação, abrindo portas para práticas mais sustentáveis e inovadoras. Essa mudança de percepção ressalta o

impacto positivo que a vivência prática pode ter no entendimento e nas atitudes dos estudantes em relação à sustentabilidade.

Quadro 8 – Diário de Bordo: Parte VI-Comentários dos alunos durante a construção do biodigestor

<i>Diário de Bordo – Parte VI</i>	
Comentários dos alunos:	
Aluno A:	“Não imaginava que seria tão simples!”
Aluno B:	“Mudei completamente minha visão sobre o aproveitamento do lixo orgânico”
Aluno C:	“Nem imaginava que casca de legume e bosta de boi virava gás”
Aluno D:	“Eu achei que a gente ia demorar semanas para construir isso, mas tá sendo rápido”
Aluno E:	“Seguindo o passo a passo, tá fluindo, tá dando certo”

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

A utilização de esterco como parte do processo de construção do biodigestor trouxe um desafio adicional para os alunos (figura 10), já que lidar com esse material não é uma tarefa aparentemente agradável.

Figura 10 – Abastecendo o biodigestor com esterco bovino



Fonte: Acervo pessoal de imagens do pesquisador (2023).

No entanto, essa experiência proporcionou aos estudantes a oportunidade de enfrentar a realidade prática e os aspectos não tão glamorosos, mas essenciais, envolvidos em projetos de sustentabilidade. Apesar da natureza menos atrativa do esterco, essa etapa contribuiu para ampliar a compreensão dos alunos sobre a diversidade de materiais utilizados em práticas sustentáveis e ressaltou a importância de considerar todos os elementos no processo de construção do biodigestor.

Após o abastecimento com esterco, os alunos prosseguiram escolhendo cuidadosamente um local autorizado pela direção da escola e que recebesse exposição solar adequada para posicionar o biodigestor (Figura 11). Esta decisão estratégica, discutida em conjunto com a direção, permitiu que o biodigestor recebesse a quantidade ideal de luz solar, otimizando assim o processo de decomposição anaeróbica dos resíduos orgânicos. Durante as próximas duas semanas, o biodigestor seria monitorado de perto pelos alunos, oferecendo-lhes a oportunidade de acompanhar em tempo real os resultados práticos de suas escolhas e do processo de decomposição em andamento.

Figura 11 – Resultado do projeto final construído pelos alunos



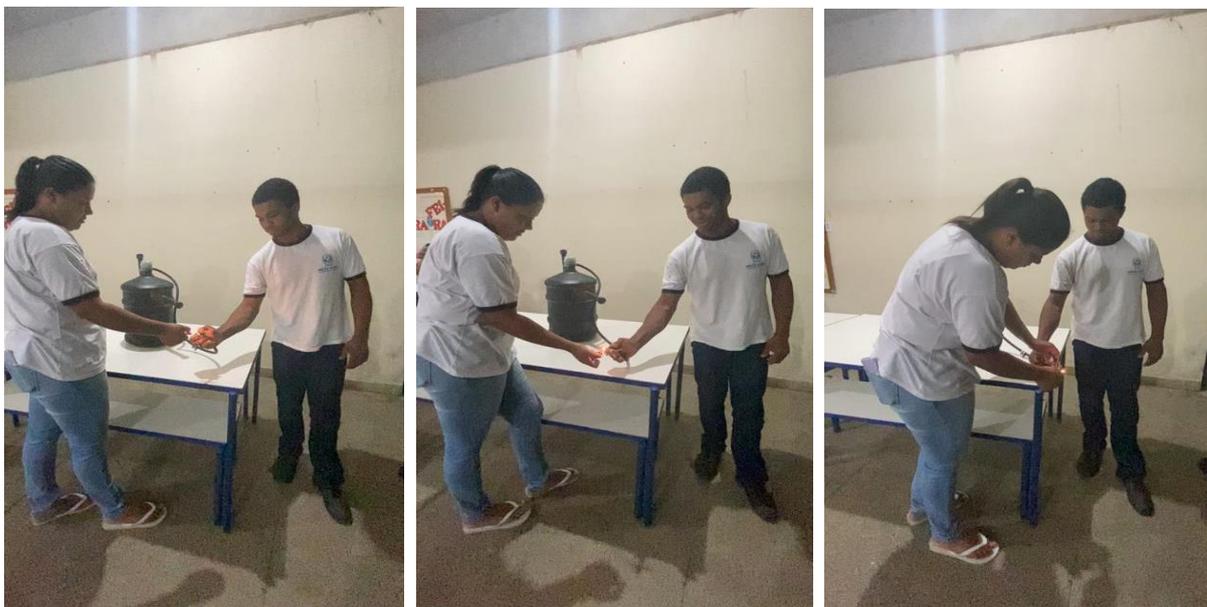
Fonte: Acervo pessoal de imagens do pesquisador (2023).

Assim biodigestor foi posteriormente abastecido com os resíduos orgânicos provenientes da preparação da merenda escolar. Essa transição representou uma aplicação prática dos conceitos discutidos anteriormente em sala de aula,

proporcionando aos alunos uma visão completa do ciclo de vida do biodigestor. O processo de inserir os resíduos orgânicos da merenda no biodigestor não apenas fortaleceu a conexão entre a teoria e a prática, mas também demonstrou o potencial sustentável desse sistema na gestão de resíduos alimentares.

Posteriormente, os alunos acompanharam de perto o desenvolvimento do biodigestor, observando uma pequena produção de biogás (Figura 12), uma vez que o projeto inicial dos alunos não contemplava um sistema de armazenamento. Seu foco principal estava na construção e observação do processo de um biodigestor, buscando compreender a viabilidade e os desafios envolvidos nessa prática sustentável.

Figura 12 – Verificando a produção do biogás



Fonte: Acervo pessoal de imagens do pesquisador (2023).

Esta fase crucial proporcionou uma experiência prática e realista, permitindo que os estudantes observassem diretamente os resultados da decomposição anaeróbica dos resíduos orgânicos.

A verificação da produção de biogás tornou-se uma atividade significativa, conectando os conceitos teóricos com os aspectos práticos do biodigestor que eles próprios construíram, enriquecendo ainda mais sua compreensão sobre a sustentabilidade e a gestão de resíduos.

O biogás gerado por meio da degradação de resíduos orgânicos em condições anaeróbicas é basicamente constituído de metano (CH₄). Historicamente, os biodigestores foram desenvolvidos na Índia, país que, já em 1970, possuía em torno de 2.500 instalações em uso, destinadas para a produção de gás e também de adubo. (Mascaró, 2010)

No decorrer do processo de biodigestão em um biodigestor, surgem dois subprodutos distintos: o biogás e o biofertilizante. O biogás é uma mistura gasosa composta principalmente por dióxido de carbono e metano, constituindo uma fonte preciosa de energia renovável que pode ser aplicada tanto na geração de energia elétrica quanto na produção de energia térmica.

Por sua vez, o biofertilizante se apresenta como uma biomassa líquida, reconhecida por sua riqueza em húmus e nutrientes fundamentais para as plantas. Trata-se de um adubo natural altamente eficaz, capaz de aprimorar consideravelmente a qualidade e a produtividade do solo. A utilização do biofertilizante oriundo do biodigestor não apenas diminui a dependência de fertilizantes químicos, mas também fomenta práticas agrícolas mais sustentáveis e benéficas ao meio ambiente.

De acordo com as informações fornecidas pelo Instituto de Permacultura e Ecovilas do Cerrado - IPEC (2008), o efluente do biodigestor não apenas contém propriedades fertilizantes, mas também água. O líquido de coloração escura, conhecido como biofertilizante, é rico em nitrogênio, fósforo e potássio, apresentando uma composição e quantidade adequadas desses nutrientes para ser utilizado diretamente na adubação das plantas. Flores (2014) acrescenta que o biofertilizante, por ser um insumo de baixo custo e eficaz na fertilização do solo, representa uma opção para os agricultores recuperarem a fertilidade do solo e suprirem os nutrientes essenciais que estão ausentes ou em baixa concentração, essenciais para o crescimento das culturas.

Os alunos, após a produção do biofertilizante no biodigestor, realizaram a coleta deste valioso recurso e o aplicaram na horta da escola. Essa iniciativa demonstra não apenas o engajamento dos estudantes em práticas sustentáveis, mas também a integração entre o aprendizado teórico e a ação prática. Ao utilizar o biofertilizante na horta escolar, os alunos puderam contribuir diretamente na aplicação de um adubo orgânico, compreendendo a importância da reciclagem de resíduos orgânicos para a fertilização do solo. Essa experiência prática não apenas

fortalece a consciência ambiental dos alunos, mas também os capacita a se tornarem agentes de mudança em suas comunidades, promovendo a sustentabilidade e o cuidado com o meio ambiente de forma concreta e tangível.

Após a conclusão do projeto e aproveitamento do biodigestor pelos alunos, este foi entregue ao professor/pesquisador responsável para que realizasse sua limpeza adequada e providenciasse seu reaproveitamento de acordo com os protocolos estabelecidos. Essa etapa final do processo evidencia o compromisso dos estudantes não apenas com a execução do projeto, mas também com a responsabilidade ambiental e a manutenção adequada dos equipamentos. Ao confiar o biodigestor ao professor/pesquisador, os alunos demonstraram seu entendimento da importância da manutenção e do cuidado com os recursos disponíveis, assegurando que futuras turmas possam continuar a explorar e beneficiar-se dessa tecnologia de forma responsável e sustentável.

6.2.7 Etapa VIII – Avaliando a jornada

Na última etapa, o professor/pesquisador e os alunos realizaram uma avaliação conjunta para examinar os dados obtidos e o desenvolvimento de cada etapa da sequência didática aplicada.

Com o intuito de facilitar essa avaliação, o docente utilizou o diário de bordo, contendo registro dos comentários dos alunos ao longo da execução de cada etapa. Esse diário se mostrou uma ferramenta valiosa para compreender o comportamento dos alunos em cada fase, acompanhar o progresso da aprendizagem e fomentar a auto avaliação. As conversas entre o professor/pesquisador e os alunos, baseadas nos registros do diário de bordo, propiciaram uma análise mais aprofundada do processo de ensino-aprendizagem, contribuindo para o aprimoramento das estratégias pedagógicas e para o desenvolvimento dos estudantes.

Conforme observado por Falkembach (1987), é fundamental que os eventos ocorridos durante as aulas sejam prontamente registrados no diário de bordo. Nesse contexto, tanto professor/pesquisadores quanto alunos devem aproveitar momentos para refletir sobre a aula, buscando contextualizá-la de acordo com sua própria realidade.

O contexto mencionado, o diário de bordo possui aspectos positivos, pois estimula o registro das atividades, permitindo que o articulador reflita sobre sua

prática e os procedimentos necessários para a realização de cada atividade. Dessa maneira, o diário de bordo pode ser considerado "um guia de reflexão sobre a prática, facilitando a conscientização do professor/pesquisador em relação ao seu processo de evolução e aos seus modelos de referência". (Porlán; Martín, 1997)

Essa análise dos dados revelou-se crucial para compreender o progresso do aprendizado, identificar pontos fortes e áreas que precisavam de melhorias. A importância dessa etapa reside no fato de que ela proporciona insights valiosos para orientar o desenvolvimento de atividades futuras.

Ao analisar os dados de forma crítica e reflexiva, o professor/pesquisador e os alunos podem ajustar abordagens, adaptar estratégias e direcionar esforços para garantir um processo de ensino-aprendizagem mais eficaz e significativo. Essa reflexão sobre os dados contribui não apenas para o aprimoramento das práticas pedagógicas, mas também para o crescimento contínuo dos estudantes.

6.3 Análise de dados

Ao concluir a execução do projeto, uma análise qualitativa foi conduzida, considerando tanto as observações realizadas quanto a experiência acumulada ao longo de todo o processo. Essa avaliação proporcionou uma compreensão mais aprofundada dos resultados obtidos, indo além dos dados numéricos. Foi possível examinar o impacto prático das ações, as lições aprendidas pelos alunos e os desafios enfrentados durante a implementação do projeto. Essa abordagem qualitativa acrescentou nuances importantes à avaliação geral, enriquecendo a compreensão do desenvolvimento e dos resultados do projeto.

Conforme mencionado por André (1983), uma análise qualitativa tem como objetivo compreender a natureza multidimensional dos fenômenos em sua expressão natural, bem como captar os diversos significados de uma experiência vivida, auxiliando na compreensão do indivíduo em seu contexto.

É importante salientar que, ainda que os passos metodológicos numa abordagem qualitativa não estejam prescritivamente propostos, o pesquisador não deve se considerar um sujeito isolado que se norteia apenas pela sua intuição: há que levar em conta o contato com a realidade pesquisada, associado aos pressupostos teóricos que sustentam seu projeto. Assim, ao fugir da rigidez o pesquisador não deverá perder o rigor em seu trabalho — regra primeira para a

concretização de um projeto científico que possa vir a contribuir para um conhecimento na área. (Gomes, 1990)

O projeto foi hábil em atingir sua meta central, criando uma sequência didática voltada para a implementação de atividade investigativa. Inicialmente, os estudantes participaram de uma fase de observação ao visitar a cozinha do colégio, onde puderam identificar os resíduos orgânicos gerados no processo de preparação da merenda escolar. Essa observação aguçou a percepção dos alunos sobre o volume de resíduos e suas possíveis origens.

Na etapa seguinte, os alunos foram desafiados a formular hipóteses relacionadas à reutilização dos resíduos orgânicos. A pergunta instigante proposta pelo professor/pesquisador, sobre como esses resíduos poderiam ser reaproveitados além da adubação, motivou os estudantes a pensar criativamente e elaborar hipóteses inovadoras.

A coleta de dados representou uma fase crucial, na qual os alunos mergulharam em pesquisas em diversas fontes para embasar suas hipóteses. Essa etapa promoveu a exploração de diferentes abordagens e tecnologias relacionadas à reutilização de resíduos orgânicos, enriquecendo o conhecimento teórico dos estudantes.

Posteriormente, os alunos apresentaram suas descobertas e concluíram se suas hipóteses foram confirmadas ou refutadas. Essa fase proporcionou uma oportunidade para reflexão, à medida que os alunos analisaram as informações reunidas e ponderaram sobre os resultados obtidos.

Assim, o projeto estimulou uma reflexão mais abrangente sobre sustentabilidade, incentivando os alunos a conceberem novas ideias e propostas para mitigar os impactos dos resíduos orgânicos, cumprindo não apenas com seus objetivos educacionais, mas também catalisando a criatividade e o pensamento crítico dos alunos em relação às questões ambientais.

Verificou-se também que o projeto incentivou o aproveitamento de matéria orgânica proveniente da preparação da merenda escolar, promovendo uma gestão consciente e sustentável dos resíduos alimentares. Desde a observação na cozinha até a fase de apresentação dos projetos, os alunos demonstraram uma compreensão sólida e criativa sobre a reutilização desses resíduos, indo além da simples adubação. A abordagem do projeto impulsionou a conscientização e a ação

prática, evidenciando a capacidade dos estudantes de contribuir para uma escola mais sustentável.

Foi possível observar uma melhora na participação e a compreensão dos alunos sobre os principais conceitos relacionados à sustentabilidade e decomposição, por meio de relatos dos mesmos. Desde a fase inicial de observação até a conclusão, os estudantes estiveram ativamente envolvidos na investigação, promovendo uma compreensão prática e profunda dos temas.

A experiência desse projeto destaca a eficácia de abordagens práticas para tornar os conteúdos mais atrativos e envolventes para os alunos. A medida em que os estudantes participaram ativamente da construção do biodigestor, eles não apenas absorveram conhecimento teórico, mas também aplicaram esse conhecimento de maneira prática. Esse engajamento direto com o conteúdo promoveu uma compreensão mais profunda e duradoura dos conceitos, ressaltando a importância de atividades práticas no processo de aprendizagem. Essa abordagem não apenas fortaleceu a consciência ambiental, mas também incentivou a aplicação desses conhecimentos em suas vidas cotidianas.

Avaliou-se de maneira positiva a eficácia desse método de aprendizado, uma vez que os estudantes afirmaram que aprenderam de maneira mais eficiente e solicitaram mais atividades desse tipo. Essa resposta entusiástica ressalta a importância de incorporar abordagens *hands-on* no currículo, atendendo não apenas à aquisição de conhecimento, mas também às preferências e necessidades de aprendizado dos alunos. Essa interação direta com projetos práticos não apenas fortalece o entendimento dos conceitos, mas também estimula o interesse contínuo e a participação ativa dos estudantes no processo educacional.

Inicialmente, a abordagem investigativa causou um certo receio nos alunos, por não ser uma prática amplamente empregada, e assim enfrentaram dificuldades na formulação de hipóteses. No entanto, à medida que o projeto avançou, observou-se uma mudança significativa na percepção dos alunos. Esse desafio inicial se transforma em uma oportunidade valiosa de crescimento e aprendizado, destacando a importância de introduzir métodos investigativos de forma gradual para fortalecer as habilidades científicas dos alunos.

Os alunos enfrentaram desafios significativos em outro ponto da abordagem investigativa, ao realizar a coleta de dados, revelando a necessidade de aprimorar a abordagem educacional nesse aspecto. A dificuldade em lidar com a variedade de

fontes e extrair informações relevantes destaca a importância de incorporar o desenvolvimento de habilidades de pesquisa de forma mais robusta no currículo escolar. É crucial que as escolas foquem em estratégias que capacitem os alunos a realizar coletas de dados eficientes, preparando-os adequadamente para abordagens investigativas e promovendo uma educação mais prática e aplicada.

O projeto, de maneira abrangente, demonstrou ser uma experiência educacional valiosa e inovadora. A implementação da sequência didática envolvendo a construção de um biodigestor permitiu uma abordagem prática e investigativa, ampliando o entendimento dos alunos sobre sustentabilidade e decomposição de resíduos orgânicos. Ao longo das diversas etapas, desde a observação até a aplicação prática, os estudantes vivenciaram um processo dinâmico de aprendizado ativo, proporcionando uma compreensão mais profunda dos conceitos abordados. Apesar dos desafios enfrentados, como as dificuldades na coleta de dados, essas experiências contribuíram para o desenvolvimento de habilidades práticas e reflexivas. Os alunos expressaram um claro interesse e satisfação com a abordagem inovadora, sugerindo a relevância de incorporar mais atividades práticas e investigativas no contexto escolar. Dessa forma, o projeto não apenas atingiu seus objetivos, mas também incentivou uma visão mais ampla e participativa no processo educacional.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A implementação desta sequência didática revelou-se uma experiência enriquecedora e inovadora tanto para o professor/pesquisador quanto para os estudantes, proporcionando não apenas conhecimento teórico, mas também uma compreensão prática dos princípios de sustentabilidade. Ao construir o biodigestor e explorar a reutilização de resíduos orgânicos, os alunos foram desafiados a aplicar seus conhecimentos em um contexto real, promovendo um aprendizado mais significativo.

Ao longo do processo, foi possível observar o engajamento dos alunos nas etapas investigativas, desde a observação e formulação de hipóteses até a coleta de dados, a comprovação ou refutação das hipóteses e a reflexão sobre novas ideias. Essa abordagem proporcionou aos estudantes uma visão holística do método

científico, estimulando habilidades críticas e promovendo uma compreensão mais profunda dos conceitos abordados.

Destaca-se ainda que a proposta de utilizar a construção do biodigestor como elemento central desta sequência didática não apenas abordou a sustentabilidade, mas também proporcionou uma visão prática no manejo de resíduos orgânicos de uma forma diferenciada.

É notório ressaltar a relevância da implementação de mais atividades investigativas no contexto educacional. A experiência bem-sucedida desta sequência didática, centrada na construção de um biodigestor, evidencia a eficácia desse enfoque inovador no processo de aprendizagem dos estudantes.

A ineficiência evidenciada pelos alunos na coleta de dados durante este projeto destaca um aspecto crucial a ser abordado no desenvolvimento de habilidades investigativas. A coleta de dados eficiente é uma etapa fundamental no método científico, demandando atenção, organização e discernimento na seleção de informações relevantes. A complexidade das informações disponíveis, somada à inexperiência dos alunos nesse processo, pode ter contribuído para as dificuldades enfrentadas. Isso reforça a importância de integrar atividades específicas de desenvolvimento de habilidades de pesquisa e coleta de dados ao currículo escolar.

Conclui-se, portanto, que a criação dessa sequência didática foi bem-sucedida ao alcançar seu propósito educativo. Incentivou a possibilidade de utilização de matéria orgânica descartada no processo de preparo da merenda escolar. Promoveu uma abordagem mais sustentável e consciente na gestão de resíduos alimentares. Melhorou a participação e entendimento dos alunos dos principais conceitos que envolvem sustentabilidade e decomposição. Avaliou a percepção e impressão dos alunos a respeito do método proposto, ao longo da aplicação da sequência didática. Este projeto não apenas proporcionou aos alunos uma experiência prática e significativa no contexto da sustentabilidade, mas também abriu caminho para futuras abordagens inovadoras e interdisciplinares no ensino de Biologia no Ensino Médio.

REFERÊNCIAS

- ANDRÉ, M. E. D. A. **Texto, contexto e significado: algumas questões na análise de dados qualitativos**. Cadernos de Pesquisa, (45): 66-71. 1983.
- ALMEIDA, A.; SASSERON, L. **As ideias balizadoras necessárias ao professor/pesquisador ao planejar e avaliar a aplicação de uma sequência de ensino investigativo**. Comunicacion, p. 1188-1192, 2013.
- ALVES, F.C. **Diário – uma contribuição para o desenvolvimento profissional dos professor/pesquisadores e estudo dos seus dilemas**, 2001. Instituto Politécnico de Viseu. Disponível em: www.ipv.pt/millenium/millenium29/30. Acesso em: 25 de Novembro de 2023.
- ANDRADE, M. L. F.; MASSABNI, V. G. **O desenvolvimento de atividades práticas na escola: um desafio para os professor/pesquisadores de ciências**. Ciência & Educação, v. 17, n. 4, p. 835-854, 2011.
- ARAÚJO, A. P. C. **Produção de Biogás a partir de Resíduos Orgânicos Utilizando Biodigestor Anaeróbico**. 42 f. Monografia (Doutorado) - Curso de Bacharel em Engenharia Química, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2017.
- BARAKAT, Munir. **Sustentabilidade Ambiental e Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos: Uma análise do modelo de gestão da CIA Norte**. Universidade Federal do Paraná. [dissertação]. Curitiba: Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento Econômico, Universidade Federal do Paraná: 2009.
- BARBOSA, A. P. F., SOUZA, R. C. de, DIAS, J. F. M., ALMEIDA, J. F. T. de, BORGES, F. J., & FREITAS, I. C. de. **Reaproveitamento de resíduos sólidos orgânicos oriundo da merenda escolar por meio da compostagem / Reutilization of organic solid waste from school meals through composting**. Brazilian Applied Science Review, 3(2), 1161–1168. 2019.
- BGS. **Como construir um mini biodigestor**. BGS Equipamento para Biogás. 2023. Disponível em <<https://www.bgsequipamentos.com.br/como-construir-um-mini-biodigestor/>> Acesso em 11 de Setembro de 2023.
- BORGES, Rita de Cássia Pereira. **Formação de formadores para o ensino de ciências baseado na investigação**. 2010. 257 f. Tese (Doutorado – Programa de Pós-Graduação em Educação. Área de Concentração: Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade de São Paulo. São Paulo, 2010.
- BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais Ensino Médio**. Brasília: MEC/SEF, 1998. 58 p. Disponível em <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencian.pdf>> Acesso em 11 de Agosto de 2023.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais Ensino Médio**. Brasília: MEC/SEF, 2000. 58 p. Disponível em <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencian.pdf>> Acesso em 11 de Agosto de 2023.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Manual para implantação de compostagem e coleta seletiva no âmbito de consórcios públicos**. Brasília, DF. 2010.

BRASIL. **Ministério do Meio Ambiente**. Brasília, DF. 2016. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/residuos-solidos>. Acesso em: 5 setembro de 2023.

BRASIL - MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, **Biomassa**, Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/clima/energia/energias-renovaveis/biomassa>>. Brasil 2017. Acessado em: 28 de agosto de 2023.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular–Ensino Médio**. 2018. Documento homologado pela Portaria nº 1.570, publicada no D.O.U. de 21/12/2017, Seção 1, Pág. 146. Brasília.

CABRAL, S. M.; SILVA, M. M. P.; LEITE, V. D. **Levantamento de resíduos sólidos gerados em escola; estratégia para implantação de coleta seletiva**. Anais... XXVII Congresso Nacional de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, Cancun, México, 27 a 31 octubre, 2002.

CARVALHO, A. M. P. **O ensino de Ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas**. Editora: Cengage Learning, 2013.

CASTRO, B. M., FERRO, E. G., LIBÓRIO, R. M., & SOUZA, M. T. S. (2015). **Resiliência e processos protetivos de adolescentes com deficiência física e surdez incluídos em escolas regulares**. Revista Brasileira de Educação Especial, 21(2), 185-198.

CLEMENT, Luiz e TERRAZZAN, Eduardo. **Atividades Didáticas de Resolução de Problemas e o Ensino de Conteúdos Procedimentais**. Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias, v. 6, n. 1, p. 87–101, 2011.

DE OLIVEIRA, Aldenão Melo; GEREVINI, Cerveja Sandra Mocolina; STROHSCHOEN, Andreia Aparecida Guimarães. **Diário de bordo: uma ferramenta metodológico para o desenvolvimento da alfabetização científica**. Revista Tempos e Espaços em Educação , v.22, pág. 119 -132, 2017.

DURÉ, R. C.; ANDRADE, M. J. D.; ABÍLIO, F. J. P. **Ensino de Biologia e contextualização do conteúdo: quais temas o aluno de Ensino Médio relaciona com o seu cotidiano? Experiências em Ensino de Ciências**, v. 13, nº 1, p. 259-272, 2018.

ESCALANTE, Pollyana Rodrigues Pessoa. **O potencial comunicativo dos memes: formas de letramento na rede digital**. (Dissertação em Comunicação) Rio de Janeiro, p.20. 2016.

FALKEMBACH, Elza Maria F. **Diário de campo: um instrumento de reflexão. Contexto e educação.** Ijuí, RS Vol. 2, n. 7, p. 19-24. 1987.

FARIA, F. H. O. V.; BIFARONI, R. G.; BRACALENTE, J. **Biodigestor Caseiro para Produção de Biogás a Partir de Lixo Orgânico.** 2014. Disponível em http://www.ib.unicamp.br/dep_biologia_animal/BE310, acessada em setembro de 2023.

FERNANDES, A. L. T.; TESTEZLAF, R. **Fertirrigação na cultura do melão em ambiente protegido, utilizando-se fertilizantes organominerais e químicos.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.6, n.1, p.45-50, 2002.

FLOR, A. M. A.; SILVA, M. M. P.; LEITE, VI D. **Caracterização dos resíduos sólidos em uma escola Pública municipal da cidade de campina grande/PB.** Anais... 21º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, ABES - Trabalhos Técnicos, 2000.

FLORES, M. C. **Viabilidade Econômica do Biogás Produzido Por Biodigestor Para a produção de Energia elétrica – Estudo de caso em um Confinador Suíno.** Dissertação para Obtenção do Título de Engenheiro Químico. UNIFAL - Universidade Federal de Alfenas. Minas Gerais. 2014.

GOMES, W. **Considerações sobre a submissão de projetos que utilizam métodos qualitativos de pesquisa para agências financeiras.** Anais do 3- Simpósio de Pesquisa e Intercâmbio Científico, ANPEPP. Águas de São Pedro, São Paulo, 239-243. 1990.

GONZÁLEZ-GARCÍA S, Bacenetti J, Negri M, Fiala M, Arroja L. **Comparative environmental performance of three different annual energy crops for biogas production in northern Italy.** J Clean Prod 2013;43:71–83. 2013.

GOTLIEB, Sonia Regina e LINHARES, Clarice. **OS DESAFIOS DE ENSINAR E APRENDER NUMA RELAÇÃO DE MEDIAÇÃO E DIÁLOGO.** [S.d.]. Disponível em: <<http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/2228-8.pdf>> Acesso em: 15 de Setembro de 2023.

GOUVEIA, Nelson. **Resíduos sólidos urbanos: impactos socioambientais e perspectiva de manejo sustentável com inclusão social.** Ciência & Saúde Coletiva, v. 17, n. 6, p. 1503-1510, 2012.

HAMZE, A. **O professor/pesquisador e o mundo contemporâneo;** 2004 Disponível em <http://www.educador.brasilecola.com/gestao-educacional/professor/pesquisadormundo.htm> Acesso em 05 de agosto de 2023.

IANESKO, F.; DE ANDRADE, C. K.; FELSNER, M. L.; ZATTA, L. **Elaboração e aplicação de histórias em quadrinhos no ensino de Ciências.** Experiências em Ensino de Ciências, v. 12, n. 5, p. 105-125, 2017.

IPEC – Instituto de Permacultura e Ecovilas do Cerrado. **O hectare.** Goiás, 2008.

LEITE, A. C. S.; SILVA, P.A. B.; VAZ, A. C. R. **A importância das aulas práticas para alunos jovens e adultos: uma abordagem investigativa sobre a percepção dos alunos do PROEF II.** Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências, v. 7, n. 3, p. 166-181, 2005.

MAGALHÃES, A. P. T. **Biogás: um projeto de saneamento urbano.** São Paulo: Nobel, 120p. 1986.

MARANDINO, M.; SELLES, S. E.; FERREIRA, M. S. **Ensino de Biologia: histórias e práticas em diferentes espaços educativos.** São Paulo: Cortez, 2009.

MASCARÓ, J. L. **Sustentabilidade em Urbanizações de Pequeno Porte.** Porto Alegre: Masquatro Editora, 2010.

MASETTO, Marcos Tarciso. **Competência pedagógica do professor/pesquisador universitário.** São Paulo: Summus, 2003.

MÉHEUT, M.. **Teaching-learning sequences tools for learning and/or research.** In K. Boersma, M. Goedhart, O. De Jong, & H. Eijkelhof (Eds.), *Research and the quality of Science Education.* (pp. 195-207). Dordrecht: Springer. 2005.

MEIRA, Marisa Eugênia Melillo. **Desenvolvimento e aprendizagem: reflexões sobre suas relações e implicações para a prática docente.** Ciência & Educação, Bauru, v. 5, n. 2, p. 61–70, 1998.

MONTEIRO, Manuela Matos. **Área de Projecto: Guia do Aluno . 12º ano,** Porto: Porto Editora, 2007.

MORAN, J. M. **Internet no ensino.** Comunicação & Educação, São Paulo, (14): 17 a 26, jan./abr. 1999.

MORAN, J. M. **Ensino e aprendizagem inovadores com tecnologias.** Escola de Comunicações e Arte – Universidade de São Paulo. 2000 Disponível em: < [HTTP://www.eca.usp.br/prof/moran/](http://www.eca.usp.br/prof/moran/)> Acesso em: 18 de agosto de 2023.

MOTA, A. R.; ROSA, D. C. T. W. **Ensaio sobre metodologias ativas: reflexões e propostas.** *Revista Espaço Pedagógico.* v. 25, n. 2, p. 261–276, 2018. Disponível em: <http://seer.upf.br/index.php/rep/article/view/8161>> Acesso em: 01 de agosto de 2023.

MOTOKANE, M. T. **Sequências didáticas investigativas e argumentação no ensino de Ecologia.** *Revista Ensaio,* Belo Horizonte, v. 17, n. especial, p. 115-137, nov. 2015

NASCIMENTO, Elimar Pinheiro do. **Trajatória da sustentabilidade: do ambiental ao social, do social ao econômico.** *Estudos avançados,* v. 26, n. 74, p. 51-64, 2012.

NASCIMENTO, Maria Santa Borges; et. al. **Desafios à prática docente em biologia: o que dizem os professor/pesquisadores do ensino médio?**

- EDUCERE - VII Congresso nacional de Educação. PUCPR. ISSN 2176- 1396. 2015.
- NETO, J. T. P. **Manual de Compostagem: Processo de Baixo Custo**. Belo Horizonte, MG: UNICEF, 56p. 1996.
- OLIVEIRA, Nathália Lima de. **Estudo Introdutório Sobre a Viabilidade do Uso Sustentável de Resíduos Orgânicos na Produção de Biogás como Fonte de Energia Elétrica em uma Escola de Três Rios – RJ**. 2021. 43 f. TCC (Graduação) - Curso de Administração, Instituto Três Rios, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Três Rios, 2021.
- PEDASTE, M., MÄEOTS, M., SIIMAN, L. A., JONG, T. D., RIESEN, S. A., KAMP, E. T., ET AL. (2015). **Phases of inquiry-Based Learning: Definitions and the Inquiry Cycle**. Educational Research Review, 47-61. 2015.
- PELLIZZARI, A. *et al.*; **Teoria da Aprendizagem Significativa segundo Ausubel**. Rev. PEC, Curitiba, v.2, n.1, p.37-42, 2002.
- PERIN, A. P. J. SILVA, D. E. VALENTIM, N. M. **Experiência de docentes do Ensino Médio em conduzir atividades remotas durante o distanciamento social: uma análise baseada no contexto da educação 4.0**. XII Computer on the Beach, Online, SC, Brasil, 2021.
- PEREIRA, A. R. S. **Contextualização**. 2000. Disponível em: <www.mec.gov.br> Acesso em 15 de setembro de 2023.
- PINHO, K., LEPIENSKI, L. M. – **Recursos Didáticos no Ensino de Biologia e Ciências**. 2010.
- PORLÁN, R.; MARTÍN, J. **El diario del professor/pesquisador**. Sevilla: Díada Editora, 1997.
- PORTILHO, Fátima. **Sustentabilidade ambiental, consumo e cidadania**. 2 ed. São Paulo: Cortez, 2010.
- SANTOS, A. L. C.; et al. **Dificuldades apontadas por professor/pesquisadores do programa de mestrado profissional em ensino de biologia para o uso de metodologias ativas em escolas de rede pública na Paraíba**. Brazilian Journal of Development, Curitiba, v. 6, n.4, p.21959-21973, apr. 2020.
- SCHALCH et al. **Gestão e Gerenciamento de Resíduos Sólidos**. Escola de Engenharia de São Carlos. Universidade de São Paulo. 2002.
- SOLINO, A. P.; SASSERON, L. H. **Investigando a significação de problemas em sequências de ensino investigativa**. Investigações em Ensino de Ciências, v. 23, n. 2, p. 104-129, 2018
- SOUZA, A. R. **Práticas de ensino contextualizadas: uma ferramenta pedagógica eficiente e eficaz**. In: IX Encontro ANPAE-ES, 2017. Disponível em:

<<https://eventos.ufes.br/EEPAAE/IX-anpae-es/paper/view/2410>> Acesso em: 24 de agosto 2023.

SUTTON, C. **Los profesores de ciencias como profesores de lenguaje.** Enseñanza de las Ciencias, Barcelona, v. 21 (1), p. 21-25, 2003.

TAMIR, P. **How are the laboratories used?** *Journal of Research in Science Teaching*, 14(4), 1990.

TEIXEIRA, L.B.; GERMANO, V.L.C.; OLIVEIRA, R.F. de; FURLAN JÚNIOR, J. **Processo de Compostagem a Partir de Lixo Orgânico Urbano e Caroço de Açaí.** Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2002. 8p. (Embrapa Amazônia Oriental. Circular Técnica, 29). 2002.

TRIVELATO, S. L. F.; TONIDANDEL, S. M. R. **Ensino por investigação: eixos organizadores para sequências de ensino de Biologia.** *Revista Ensaio*, Belo Horizonte, v. 17, p. 97-114, 2015.

ZABALA, A. **A Prática Educativa: Como educar.** Porto Alegre: Artmed. 1998.

ZÔMPERO, A. F. LABURÚ, C. E. **Atividades investigativas no ensino de ciências: aspectos históricos e diferentes abordagens.** *Revista Ensaio*, Belo Horizonte, v.13, n.03, p.67-80, 2011.

APÊNDICE A - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE).



TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Gostaríamos de convidar você a participar como voluntário (a) da pesquisa “**COMPREENDENDO A DECOMPOSIÇÃO DE MATÉRIA ORGÂNICA POR MEIO DA CONSTRUÇÃO DE UM BIODIGESTOR**”. O motivo que nos leva a realizar esta pesquisa é a **busca por metodologias de ensino que visem uma possibilidade diferencial de aprendizagem, para trabalhar o tema decomposição de matéria orgânica devido à complexidade e dificuldade de entendimento que envolve o tema**. Nesta pesquisa pretendemos desenvolver uma **SEQUÊNCIA DIDÁTICA** (um conjunto organizado de atividades e estratégias de ensino, que têm como objetivo desenvolver um determinado conteúdo ou habilidade ao longo de um período de tempo, composta por uma série de etapas interligadas, planejadas de forma sequencial, para promover a aprendizagem significativa dos alunos), **a ser trabalhada com a terceira série do ensino médio, que possibilite a implementação de ATIVIDADES DE CARÁTER INVESTIGATIVO** (atividades em que os alunos são incentivados a explorar, questionar, investigar e descobrir conceitos, fenômenos ou problemas por meio da observação, experimentação, pesquisa e análise de dados. Essas atividades têm como objetivo promover a aprendizagem ativa e significativa, estimulando o pensamento crítico, a curiosidade e a capacidade de resolver problemas), **associadas a construção de um BIODIGESTOR** (um biodigestor é um sistema utilizado para a decomposição de matéria orgânica por meio da ação de micro-organismos em condições anaeróbias - sem a presença de oxigênio. O objetivo principal de um biodigestor é a produção de biogás, um combustível renovável composto principalmente por metano (CH₄) e dióxido de carbono (CO₂). O processo de biodigestão ocorre em um ambiente controlado, como um tanque ou uma estrutura fechada, onde a matéria orgânica, como resíduos de alimentos, esterco animal, lodo de esgoto, entre outros, é degradada por bactérias anaeróbias. Essas bactérias realizam a fermentação da matéria orgânica, produzindo biogás como subproduto. O biogás pode ser utilizado como fonte de energia para diversas finalidades, como aquecimento, geração de eletricidade e até mesmo como combustível veicular. Além disso, durante o processo de biodigestão, ocorre também a produção de um resíduo chamado de biofertilizante, que é rico em nutrientes e pode ser utilizado como adubo orgânico na agricultura), **para trabalhar o conteúdo de DECOMPOSIÇÃO DE MATÉRIA ORGÂNICA** (A decomposição de matéria orgânica é o processo pelo qual os resíduos e restos de organismos vivos são quebrados e transformados em substâncias mais simples e estáveis. É um processo natural que ocorre em ambientes naturais, como florestas, solos e corpos d'água, e desempenha um papel fundamental na reciclagem de nutrientes e na manutenção do equilíbrio ecológico. Durante a decomposição, os microrganismos, como bactérias, fungos e actinomicetos, são responsáveis por degradar a matéria orgânica, utilizando-a como fonte de alimento), **relacionando com a SUSTENTABILIDADE** (Sustentabilidade é um conceito que se refere à capacidade de suprir as necessidades do presente sem comprometer a capacidade das futuras gerações de suprirem suas próprias necessidades. Envolve a busca pelo equilíbrio entre as dimensões ambiental, social e econômica, visando à conservação e proteção dos recursos naturais, à promoção do bem-estar humano e à garantia de desenvolvimento econômico de forma justa e responsável).

Caso você concorde em participar, vamos fazer as seguintes atividades com você: **apresentação da proposta, debates e diálogo aberto, aula expositiva dialogada e construção de um biodigestor, usando materiais de fácil acesso e baixo custo. Serão realizadas nos dias e horários normais das aulas da própria escola**. Esta pesquisa tem alguns riscos, que são: **riscos mínimos, relacionados ao manuseio de ferramentas básicas durante a construção do biodigestor. Sendo assim ao manusear ferramentas básicas durante a construção de um biodigestor, os alunos serão orientados pelo professor/pesquisador a seguir práticas de segurança para evitar acidentes. Aqui estão alguns riscos mínimos relacionados ao manuseio de ferramentas básicas e algumas medidas para evitá-los:**

Cortes e lesões: O uso de ferramentas cortantes, como serras e facas, pode resultar em cortes ou lesões. Para evitá-los, é importante usar luvas de proteção ao manusear ferramentas afiadas (que serão fornecidas pelo professor/pesquisador), além de tomar cuidado ao trabalhar com objetos pontiagudos. Lesões oculares: Partículas ou

lascas podem ser projetadas durante o uso de ferramentas como martelos ou serras, representando um risco para os olhos. O uso de óculos de segurança é essencial para proteger os olhos de lesões (que serão fornecidos pelo professor/pesquisador). Lesões musculoesqueléticas: Levantar objetos pesados ou adotar posturas incorretas ao utilizar ferramentas pode causar lesões musculoesqueléticas, como torções ou distensões. O professor/pesquisador deverá coordenar as ações para evitar esses tipos de lesões.

Além desses riscos mínimos, será seguido as instruções de segurança específicas para cada ferramenta utilizada e serão utilizados os equipamentos de proteção individual adequados para cada situação. Mas, para diminuir a chance desses riscos acontecerem, a construção será conduzida com a supervisão do pesquisador responsável. A pesquisa pode ajudar a desenvolver metodologias apontando relevância diante de um cenário em que buscamos por meios alternativos de obtenção de energia, em uma sociedade cada vez mais sustentável.

Para participar deste estudo você não vai ter nenhum custo, nem receberá qualquer vantagem financeira. Apesar disso, se você tiver algum dano por causadas atividades que fizermos com você nesta pesquisa, você tem direito a buscar indenização. Você terá todas as informações que quiser sobre esta pesquisa e estará livre para participar ou recusar-se a participar. Mesmo que você queira participar agora, você pode voltar atrás ou parar de participar a qualquer momento. A sua participação é voluntária e o fato de não querer participar não vai trazer qualquer penalidade ou mudança na forma em que você é atendido (a). O pesquisador não vai divulgar seu nome. Os resultados da pesquisa estarão à sua disposição quando finalizada. Seu nome ou o material que indique sua participação não será liberado sem a sua permissão. Você não será identificado (a) em nenhuma publicação que possa resultar.

Este termo de consentimento encontra-se impresso em duas vias originais, sendo que uma será arquivada pelo pesquisador responsável e a outra será fornecida a você. Os dados coletados na pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador responsável por um período de 5 (cinco) anos. Decorrido este tempo, o pesquisador avaliará os documentos para a sua destinação final, de acordo com a legislação vigente. Os pesquisadores tratarão a sua identidade com padrões profissionais de sigilo, atendendo a legislação brasileira (Resolução Nº 466/12 do Conselho Nacional de Saúde), utilizando as informações somente para fins acadêmicos e científicos.

Declaro que concordo em participar da pesquisa e que me foi dada a oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas.

Juiz de Fora, _____ de _____ de 20 ____.

Assinatura do Participante

Assinatura do (a) Pesquisador (a)

Nome do Pesquisador Responsável: Rafael Machado Serafim Batista
Campus Universitário da UFJF
Mestrado Profissional em Ensino de Biologia (PROFBIO)/ Departamento de Biologia/ ICB
CEP: 28375-000
Fone: (22) 98872-7348
E-mail: rafaelmachadobio@gmail.com

Rubrica do Participante de pesquisa ou responsável: _____ Rubrica do pesquisador: _____
--

O CEP avalia protocolos de pesquisa que envolve seres humanos, realizando um trabalho cooperativo que visa, especialmente, à proteção dos participantes de pesquisa do Brasil. **Em caso de dúvidas, com respeito aos aspectos éticos desta pesquisa, você poderá consultar:**

CEP - Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos - UFJF
 Campus Universitário da UFJF
 Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa
 CEP: 36036-900
 Fone: (32) 2102- 3788 / E-mail: cep.propp@ufjf.br

APÊNDICE B – PRODUTO EDUCACIONAL

DA MERENDA AO BIOGÁS:

UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA E O USO DO BIODIGESTOR



RAFAEL MACHADO SERAFIM BASTISTA

HELOISA D'AVILA DA SILVA BIZARRO

APRESENTAÇÃO

O cenário atual do ensino enfrenta uma série de desafios complexos e multifacetados. A rápida evolução da tecnologia, embora ofereça oportunidades inovadoras, também cria disparidades de acesso e coloca desafios constantes para a adaptação pedagógica. Além disso, a diversidade de estilos de aprendizado, as demandas por inclusão e a necessidade de abordar questões sociais e emocionais dos alunos requerem uma abordagem mais holística e personalizada no ensino. A pandemia global acentuou ainda mais esses desafios, revelando a importância de estratégias flexíveis e resilientes para enfrentar situações de ensino remoto ou híbrido.

No campo da Biologia, o distanciamento entre teoria e prática pode ser particularmente desafiador devido à complexidade dos conceitos científicos. Os alunos frequentemente se deparam com informações teóricas que, embora essenciais para a compreensão dos processos biológicos, podem parecer distantes da realidade palpável. A falta de experiências práticas pode resultar em uma visão limitada e descontextualizada da Biologia, comprometendo a capacidade dos estudantes de aplicar seus conhecimentos em situações do mundo real. Para superar essa lacuna, é crucial incorporar abordagens pedagógicas que integrem experimentação, observação e análise prática, proporcionando aos alunos oportunidades tangíveis de explorar os fenômenos biológicos. Essa interconexão entre teoria e prática não apenas fortalece a compreensão dos conceitos, mas também incentiva o pensamento crítico e a habilidade de resolver problemas, preparando os estudantes para enfrentar os desafios do campo biológico de maneira mais holística e aplicada.

Em um mundo em constante evolução, os métodos tradicionais muitas vezes se tornam inadequados para envolver os estudantes de maneira profunda e relevante. Ao buscar inovações no processo educacional, os educadores têm a oportunidade de conectar os conteúdos curriculares com as experiências diárias dos alunos, tornando a aprendizagem mais contextualizada e aplicável. Isso não apenas desperta o interesse dos estudantes, mas também promove uma compreensão mais profunda dos conceitos, incentivando o desenvolvimento de habilidades críticas e a capacidade de aplicar o conhecimento em situações do mundo real. Assim, a busca por alternativas de ensino reflete o compromisso dos professores em proporcionar uma educação mais relevante e significativa, preparando os alunos para os desafios e oportunidades da vida contemporânea.

A Biologia, enquanto disciplina científica, desempenha um papel crucial ao explorar os impactos ambientais, a biodiversidade e as interações entre os seres vivos e seu entorno. Ao

incorporar discussões sobre sustentabilidade e resíduos orgânicos no currículo de Biologia, os educadores proporcionam aos alunos a oportunidade de compreenderem como os conceitos biológicos estão intrinsecamente ligados às questões práticas do dia a dia. A gestão adequada dos resíduos orgânicos, por exemplo, não apenas aborda preocupações ambientais, mas também tem implicações diretas na qualidade de vida das comunidades. Essa abordagem prática não apenas torna o aprendizado mais relevante, mas também capacita os estudantes a adotarem comportamentos sustentáveis e a tomarem decisões informadas em relação ao meio ambiente, contribuindo assim para a construção de uma sociedade mais consciente e responsável.

Sendo assim, com base nesse contexto, foi criada a atividade “Da merenda ao biogás: uma sequência didática e o uso do biodigestor”. Desenvolvida como parte da dissertação do Mestrado Profissionalizante em Ensino de Biologia (PROFBIO), pela Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), tendo como objetivo a qualificação profissional de professores das redes públicas de ensino em efetivo exercício da docência de Biologia. Destaca-se que a sequência didática desenvolvida foi realizada com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – código de financiamento 001, à qual somos gratos.

Professor Rafael Batista

SUMÁRIO

Introdução	4
Objetivos	8
Temas abordados	8
Público-alvo	8
Duração (em aulas)	8
Desenvolvimento	9
Análise de dados	13
Considerações finais	14
Referências bibliográficas	15

Rafael Machado Serafim Batista

Universidade Federal de Juiz de Fora

Instituto de Ciências Biológicas

Juiz de Fora/MG

Prof.^a Dra. Heloisa D`Avila da Silva Bizarro

Universidade Federal de Juiz de Fora

Instituto de Ciências Biológicas

Juiz de Fora/MG

1 INTRODUÇÃO

Educar é um ato que colabora para tornar a vida de docentes e educandos em processos constantes de aprendizagem nas escolas e em sociedade. É contribuir para que o aluno construa sua identidade no caminho pessoal e profissional do seu projeto de vida, bem como, no desenvolvimento das atividades de compreensão, comunicação e emoção que permitam o encontro do seu espaço na sociedade formando cidadãos realizados e produtivos. (Moran, 2000)

De acordo com Duré *et al.* (2018), “ensinar Biologia é uma tarefa complexa, exige que professor e aluno lidem com uma série de palavras diferentes, com pronúncias difíceis e escritas que divergem da linguagem comumente usada pela população”. Nesse contexto, é essencial implementar estratégias pedagógicas que promovam a participação ativa dos alunos, estimulando questionamentos, discussões e atividades práticas que conectem a teoria biológica ao seu cotidiano. Essa abordagem resiliente não apenas enriquece a experiência educacional, mas também fortalece a capacidade dos professores de superar obstáculos, oferecendo aos estudantes oportunidades enriquecedoras e adaptadas ao contexto contemporâneo. (Meira, 1998; Castro *et al.*, 2015)

As metodologias ativas e o ensino investigativo emergem como estratégias fundamentais para viabilizar um processo de ensino e aprendizagem eficaz, conduzindo os

estudantes ao desenvolvimento das competências e habilidades almejadas para seu respectivo nível de ensino, conforme preconizado pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC). (Brasil, 2018)

O ensino por investigação, não tem como objetivo formar cientistas, mas desenvolver nos estudantes habilidades cognitivas, capacidade de argumentação e interpretação de dados. (Zômpero; Laburú, 2011) Além disso, busca estimular o pensamento crítico, a curiosidade científica e a habilidade de resolver problemas, proporcionando uma formação mais ampla e holística. Ao adotar essa abordagem, o processo de aprendizagem torna-se mais dinâmico, envolvendo os alunos de maneira ativa na construção do conhecimento, promovendo a autonomia intelectual e a formação de cidadãos críticos e participativos.

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) tem como objetivo primordial fomentar a formação integral dos alunos, possibilitando que eles desenvolvam a capacidade de enfrentar situações complexas em suas vidas com autonomia. Ao propor a superação da fragmentação radical disciplinar do conhecimento, a BNCC enfatiza a necessidade de aplicar os aprendizados na vida real, destacando a importância do contexto para conferir significado ao conhecimento adquirido. (Brasil, 2018)

A conscientização sobre o impacto ambiental, especialmente no que se refere aos padrões de consumo, tornou-se um tema central nas políticas ambientais em desenvolvimento. Essa crescente percepção é influenciada pelo aumento populacional e pela preocupação cada vez maior com os problemas ambientais ligados aos hábitos de consumo e estilos de vida individuais. (Portilho, 2010)

Para Barbosa et al. (2019), o aumento significativo na produção de resíduos representa um desafio substancial para os órgãos públicos e a população em geral. Diante dessa problemática, há uma busca constante por abordagens simples no que se refere ao recolhimento e ao acondicionamento apropriado dos resíduos, visando evitar impactos adversos tanto para a população quanto para o meio ambiente.

Assim, torna-se fundamental que os municípios adotem estratégias de gerenciamento integrado de resíduos sólidos. Essa abordagem abrange a redução da geração de resíduos, a promoção da reutilização e a implementação de processos de reciclagem de materiais com potencial para se transformarem em matéria-prima na fabricação de outros produtos. Tais práticas devem ser norteadas pelos princípios fundamentais da Educação Ambiental. (Barbosa, et al., 2019)

Para Neto (1996), a preocupação com a preservação do meio ambiente também se estende à operação de estabelecimentos que preparam refeições. O processo de preparação de alimentos nesses locais gera uma quantidade significativa de resíduos, principalmente resíduos orgânicos, que consistem em materiais compostos por carbono suscetíveis à decomposição e que representam a maior parte do total.

Estudos foram conduzidos para investigar a geração de resíduos em ambientes escolares. Durante a análise dos resíduos sólidos de uma escola municipal em Campina Grande/PB, constatou-se uma média de produção de 4,2 kg de resíduos orgânicos por dia, representando 56% do total de resíduos gerados. (Flor *et al.*, 2002) Em outro estudo realizado por Cabral *et al.* (2002) em uma escola municipal em Queimadas/PB, também foram observados valores médios diários elevados, com a produção de 5,4 kg de resíduos orgânicos.

Essa perspectiva ressalta a importância de uma política efetiva de reaproveitamento de materiais orgânicos, especialmente considerando que a maior parte dos resíduos provenientes da merenda escolar consiste em matéria orgânica. O reaproveitamento desse material não apenas contribuiria para uma coleta e disposição final de lixo mais eficiente, mas também representaria uma mudança substancial no paradigma atual, alinhando-se à práticas sustentáveis e promovendo uma gestão mais responsável dos recursos naturais.

Uma opção para a destinação e redução de resíduos orgânicos é a biodigestão. Esse método envolve a decomposição da matéria orgânica na ausência de oxigênio, sendo conduzido por biodigestores, equipamentos que facilitam o processo. Como subprodutos, são gerados fertilizantes e gases, sendo o biogás, especialmente o metano, aproveitável como combustível para geração de calor e energia elétrica. (Brasil, 2017)

Segundo Magalhães (1986), biodigestores são dispositivos hermeticamente vedados nos quais se introduz material orgânico para passar por um processo de fermentação anaeróbica. Esse procedimento ocorre ao longo de um determinado período, caracterizado como biodigestão anaeróbica, resultando na produção de produtos gasosos, predominantemente metano e dióxido de carbono, além de biofertilizantes. Esses biodigestores representam uma abordagem eficaz para a gestão sustentável de resíduos orgânicos, proporcionando não apenas a produção de biogás para fins energéticos, mas também a obtenção de fertilizantes valiosos para a agricultura.

A adoção de biodigestores desempenha um papel crucial na integração das atividades agropecuárias, permitindo o aproveitamento do esterco, muitas vezes subestimado em termos

comerciais, e convertendo-o em duas bases essenciais para o desenvolvimento sustentável: energia renovável e fertilizante orgânico. Essa prática resulta em aumentos na produção agrícola e na disponibilidade de energia para processar produtos, o que agrega valor, organiza a produção, reforça a conservação e aprimora a logística de comercialização. (Fernandes; Testezlaf, 2002)

No decorrer do processo de biodigestão em um biodigestor, surgem dois subprodutos distintos: o biogás e o biofertilizante. O biogás é uma mistura gasosa composta principalmente por dióxido de carbono e metano, constituindo uma fonte preciosa de energia renovável que pode ser aplicada tanto na geração de energia elétrica quanto na produção de energia térmica.

Por sua vez, o biofertilizante se apresenta como uma biomassa líquida, reconhecida por sua riqueza em húmus e nutrientes fundamentais para as plantas. Trata-se de um adubo natural altamente eficaz, capaz de aprimorar consideravelmente a qualidade e a produtividade do solo. A utilização do biofertilizante oriundo do biodigestor não apenas diminui a dependência de fertilizantes químicos, mas também fomenta práticas agrícolas mais sustentáveis e benéficas ao meio ambiente.

De acordo com Araújo (2017), a produção de biogás resulta da criação de um ambiente propício para que as bactérias metanogênicas atuem sobre a matéria orgânica, gerando esse combustível por meio de uma rota biológica específica. Esse ambiente propício envolve condições químicas e físicas essenciais para o aumento do número dessas bactérias no biodigestor, sendo observadas em faixas adequadas de temperatura, pH (potencial hidrogeniônico) e relação carbono/nitrogênio (C/N) na biomassa.

Sendo assim esta sequência didática aborda o tema sustentabilidade, com uma abordagem investigativa, para alunos da 3ª série do Ensino Médio, incentivando a reflexão sobre a possibilidade de utilização de resíduos orgânicos oriundos da preparação da merenda escolar, para a produção de biogás por meio da construção de um biodigestor, com materiais de baixo custo e de fácil acesso.

2 OBJETIVOS

- ❖ Incentivar a possibilidade de utilização de matéria orgânica descartada no processo de preparo da merenda escolar;
- ❖ Promover uma abordagem mais sustentável e consciente na gestão de resíduos alimentares;
- ❖ Melhorar a participação e o entendimento dos alunos dos principais conceitos que envolvem sustentabilidade e decomposição;
- ❖ Avaliar a percepção e a impressão dos alunos a respeito do método proposto, ao longo da aplicação da sequência didática.

3 TEMAS ABORDADOS

- ❖ Sustentabilidade.
- ❖ Resíduos sólidos.
- ❖ Matéria orgânica.
- ❖ Decomposição.
- ❖ Biodigestão.
- ❖ Biogás.

4 PÚBLICO-ALVO

- ❖ Alunos que estejam cursando a 3ª série do Ensino Médio.

5 DURAÇÃO (EM AULAS)

- ❖ 8 aulas de 50 minutos cada.

6 DESENVOLVIMENTO

A construção da sequência didática ocorrerá ao longo de oito aulas, cada uma com a duração de cinquenta minutos. Cada aula foi designada por um numeral romano, representando uma etapa distinta realizada durante esse período.

Um quadro foi elaborado para sintetizar e proporcionar uma breve descrição do que ocorrerá em cada etapa (Quadro 1). No entanto, os detalhes específicos de cada etapa serão apresentados posteriormente.

Quadro 1 - Resumo da sequência didática

AULA	ETAPA	ATIVIDADE	TEMPO
1º	I	Observação: Visita a cozinha do colégio para observar o preparo dos alimentos com foco na produção de resíduos	50 minutos
2º	II	Problematização: <i>Além do uso de resíduos orgânicos, para adubação, como podemos reutilizar esses resíduos oriundos da preparação da merenda escolar?</i> Formulação de hipóteses e coleta de dados	50 minutos
3º	III	Comunicação: apresentar os dados pesquisados, indicando a possibilidade ou não de aplicação dos projetos. Ponderações feitas pelo professor.	50 minutos
4º	IV	Consolidação: complementar conteúdos sobre sustentabilidade e decomposição de matéria orgânica, previstos para Ensino Médio. Questionamento: <i>Como construir um Biodigestor, usando materiais simples, para o aproveitamento de resíduos orgânicos obtidos na produção da merenda escolar?</i> Coleta de dados	50 minutos
5º	V	Elaboração de um projeto para construção de um Biodigestor	50 minutos
6º	VI	Construção de um Biodigestor	50 minutos
7º	VII	Construção de um Biodigestor	50 minutos
8º	VIII	Avaliação: discutir com a turma os resultados obtidos e apresentar os dados colhidos ao longo das etapas, por meio do Diário de Bordo.	50 minutos

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Etapa I - Visita a cozinha do colégio

Inicialmente, os estudantes deverão ser conduzidos à cozinha da escola, um ambiente onde ocorre diariamente a elaboração da merenda escolar. Sob a orientação do professor, os alunos serão instigados a refletir sobre a significativa produção de resíduos orgânicos no processo de preparação dos alimentos, explorando não apenas os desafios do descarte, mas também as oportunidades de aproveitamento sustentável desses materiais.

Etapa II - Problematização, formulação de hipóteses e coleta de dados

Retornando à sala de aula o professor deverá propor aos alunos o seguinte questionamento: *Além do uso de resíduos orgânicos, para adubação, como podemos reutilizar esses resíduos oriundos da preparação da merenda escolar?*

A partir deste questionamento, cada discente deverá ser desafiado a aplicar seus conhecimentos na criação de um projeto ou experimento inovador, propondo soluções concretas para a problemática em questão.

Cada aluno deverá elaborar e descrever seu projeto de forma detalhada, apresentando ideias criativas e viáveis que possam contribuir para a mitigação dos resíduos orgânicos na escola. Esses projetos poderão ser registrados de maneira visual e concisa em folhas de papel A4 ou similar, e entregues ao professor.

Após uma leitura realizada pelo docente, os esquemas deverão ser devolvidos aos alunos, para que sejam incentivados a aprofundar ainda mais seus conhecimentos.

A etapa seguinte envolve a realização de pesquisas em diversas fontes, permitindo que os estudantes explorem diferentes abordagens e tecnologias relacionadas à reutilização de resíduos orgânicos. O objetivo principal é enriquecer o embasamento teórico dos alunos, oferecendo-lhes uma compreensão mais aprofundada das possibilidades práticas e científicas envolvidas em seus projetos. O conhecimento adquirido pelos discentes tem como objetivo principal comprovar ou refutar a viabilidade e eficácia de suas soluções apresentadas, mediante ao questionamento inicial.

Etapa III - Apresentação dos argumentos pesquisados e ponderações feitas pelo professor

No momento seguinte, os alunos deverão apresentar os dados pesquisados com um parecer conclusivo, destacando argumentos embasados que sustentem ou não suas hipóteses, com base em suas pesquisas.

Cada aluno terá um tempo máximo de 2 (dois) minutos para expor seus argumentos, promovendo uma dinâmica ágil e objetiva. Entre cada apresentação, o professor deverá desempenhar um papel ativo, fornecendo comentários pertinentes relacionados ao que foi relatado, orientando ajustes necessários ou enfatizando bons argumentos, contribuindo assim para o aprimoramento das propostas dos estudantes.

Etapa IV - Consolidação

Num aparente desfecho esclarecedor, o professor, considerando todas as alegações apresentadas pelos alunos, deverá trazer à luz as considerações acerca de sustentabilidade e decomposição de matéria orgânica, apontando para uma abordagem mais aprofundada indicada ao Ensino Médio. Recorrendo a diversas fontes como o livro didático, artigos científicos relacionados ao tema e o material pesquisado pelos próprios alunos, o docente deverá fornecer uma conclusão embasada para consolidar o aprendizado, destacando a importância do tema e a aplicação prática das soluções propostas pelos estudantes.

Após realizar a consolidação, o docente deverá levantar um segundo questionamento para norteou o desenvolvimento de um projeto que será desenvolvido pela turma - *Como construir um Biodigestor, usando materiais simples, para o aproveitamento de resíduos orgânicos obtidos na produção da merenda escolar?*

Diante desse questionamento, os alunos deverão ser desafiados a realizar pesquisas, em diversas fontes, sobre a viabilidade da construção de um biodigestor, utilizando materiais de fácil acesso.

Após realizarem a pesquisa, em comum acordo, os discentes deverão escolher uma fonte como norteadora para elaborar uma lista detalhada dos materiais necessários para a construção do biodigestor, bem como os procedimentos requeridos. Uma vez que na próxima etapa eles irão confeccionar o projeto da turma.

Etapa V - Elaboração de um projeto para construção de um Biodigestor

Neste momento, os alunos deverão ser orientados a conceber um projeto voltado para a construção de um modelo de biodigestor.

Para a completa elaboração do referido projeto, deverá ser requerido que os alunos considerem minuciosamente não apenas os materiais essenciais, mas também os procedimentos necessários para a execução do projeto, incluindo a criação de um esboço para delinear de maneira preliminar o resultado final esperado.

Etapas VI e VII - Construção de um Biodigestor

Nessa etapa os alunos empreenderão a coleta dos materiais previamente selecionados, utilizando como referência o projeto de construção meticulosamente desenvolvido por eles próprios. Sob a orientação atenta do professor, darão início à empolgante etapa de confecção do biodigestor.

Durante esse período, os estudantes aplicarão seus conhecimentos teóricos de forma prática e vivenciarão o intrincado processo de transformar conceitos abstratos em uma construção tangível.

Etapa VIII – Avaliando a jornada

Na última aula, o professor deverá realizar uma avaliação conjunta com os alunos para analisar as etapas da sequência didática que foi desenvolvida, bem como os resultados obtidos. Para facilitar essa análise, o docente deverá utilizar o diário de bordo no qual deverá conter registros dos comentários dos alunos ao longo da aplicação de cada etapa. Esse diário pode funcionar como uma ferramenta valiosa para compreender o comportamento dos alunos em cada fase, acompanhar a evolução do aprendizado e promover a auto avaliação. As discussões entre o professor e os alunos, embasadas nos registros do diário de bordo, podem permitir uma reflexão mais profunda sobre o processo de ensino-aprendizagem, contribuindo para o aprimoramento das práticas pedagógicas e para o desenvolvimento integral dos estudantes.

7 ANÁLISE DE DADOS

Durante a aplicação da sequência didática proposta, uma espécie de “diário de bordo”, poderá ser produzido com a finalidade de registrar curiosidades, questionamentos, dúvidas, que possivelmente surgirão ao longo do desenvolvimento de cada etapa, como indicado no modelo (Quadro 2). Esse material produzido poderá servir como objeto de reflexão, para que o docente possa avaliar a atividade proposta, bem como o produção do projeto proposto.

O diário de bordo é reconhecido como um instrumento de documentação de estudos utilizado ao longo das atividades, com o propósito específico de acompanhar a aprendizagem dos alunos. Pode ser empregado para registrar experiências ao longo do processo de ensino e aprendizagem. Nesse sentido, o diário de bordo é considerado eficaz como uma ferramenta durante o desenvolvimento das atividades de aprendizagem dos estudantes, especialmente no contexto da educação científica. (De Oliveira *et al.*, 2017; Monteiro, 2007; Alves, 2001)

Quadro 2 – Diário de Bordo: Parte I -Visita à cozinha do colégio

Diário de Bordo – Parte I	
Comentários dos alunos:	
Aluno A:	
Aluno B:	
Aluno C:	
Aluno D:	
Aluno E:	

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Ao fim da aplicação da sequência didática uma análise qualitativa deverá poderá conduzida, considerando tanto as observações realizadas quanto a experiência acumulada ao longo de todo o processo. Essa avaliação pode proporcionar uma compreensão mais aprofundada dos resultados obtidos, indo além dos dados numéricos.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a implementação desta sequência didática espera-se uma experiência enriquecedora e inovadora para os estudantes, proporcionando não apenas conhecimento teórico, mas também uma compreensão prática dos princípios de sustentabilidade. Ao construir o biodigestor e explorar a reutilização de resíduos orgânicos, os alunos são desafiados a aplicar seus conhecimentos em um contexto real, promovendo um aprendizado mais significativo.

Ao longo do processo, é almejado observar o engajamento dos alunos nas etapas investigativas, desde a observação e formulação de hipóteses até a coleta de dados, a comprovação ou refutação das hipóteses e a reflexão sobre novas ideias.

Vale a pena ressaltar sobre as etapas de coletas de dados por meio de pesquisas em diversas fontes. A coleta de dados eficiente é uma etapa fundamental no método científico, demandando atenção, organização e discernimento na seleção de informações relevantes. A complexidade das informações disponíveis, somada à inexperiência dos alunos nesse processo, pode contribuir para possíveis dificuldades ao longo do processo.

Assim, com a aplicação desta sequência didática é possível integrar teoria e prática no ensino de Biologia, para tornar a aprendizagem mais significativa. Podendo o docente destacar a relevância de temas como sustentabilidade e resíduos orgânicos, conectando conceitos biológicos ao cotidiano dos estudantes. Ressaltando então a importância de uma abordagem prática, interativa e adaptativa no processo educacional para preparar os alunos para os desafios contemporâneos.

9 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, F.C. *Diário – uma contribuição para o desenvolvimento profissional dos professores e estudo dos seus dilemas*, 2001. Instituto Politécnico de Viseu. Disponível em: www.ipv.pt/millennium/millennium29/30. Acesso em: 25 de Novembro de 2023.

ARAÚJO, A. P. C. *Produção de Biogás a partir de Resíduos Orgânicos Utilizando Biodigestor Anaeróbico*. 42 f. Monografia (Doutorado) - Curso de Bacharel em Engenharia Química, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2017.

BARBOSA, A. P. F., SOUZA, R. C. de, DIAS, J. F. M., ALMEIDA, J. F. T. de, BORGES, F. J., & FREITAS, I. C. de. *Reaproveitamento de resíduos sólidos orgânicos oriundo da merenda escolar por meio da compostagem / Reutilization of organic solid waste from school meals through composting*. *Brazilian Applied Science Review*, 3(2), 1161–1168. 2019.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Brasília, DF. 2016. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/residuos-solidos>. Acesso em: 5 setembro de 2023.

BRASIL. *Base Nacional Comum Curricular–Ensino Médio*. 2018. Documento homologado pela Portaria nº 1.570, publicada no D.O.U. de 21/12/2017, Seção 1, Pág. 146. Brasília.

CABRAL, S. M.; SILVA, M. M. P.; LEITE, V. D. *Levantamento de resíduos sólidos gerados em escola; estratégia para implantação de coleta seletiva*. *Anais... XXVII Congresso Nacional de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, Cancun, México, 27 a 31 octubre, 2002*.

CASTRO, B. M., FERRO, E. G., LIBÓRIO, R. M., & SOUZA, M. T. S. *Resiliência e processos protetivos de adolescentes com deficiência física e surdez incluídos em escolas regulares*. *Revista Brasileira de Educação Especial*, 21(2), 185-198. 2015.

DE OLIVEIRA, Aldenão Melo; GEREVINI, Cerveja Sandra Mocolina; STROHSCHOEN, Andreia Aparecida Guimarães. *Diário de bordo: uma ferramenta metodológico para o desenvolvimento da alfabetização científica*. *Revista Tempos e Espaços em Educação*, v.22, pág. 119 -132, 2017.

DURÉ, R. C.; ANDRADE, M. J. D.; ABÍLIO, F. J. P. *Ensino de Biologia e contextualização do conteúdo: quais temas o aluno de Ensino Médio relaciona com o seu cotidiano? Experiências em Ensino de Ciências*, v. 13, nº 1, p. 259-272, 2018.

FERNANDES, A. L. T.; TESTEZLAF, R. *Fertirrigação na cultura do melão em ambiente protegido, utilizando-se fertilizantes organominerais e químicos*. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.6, n.1, p.45-50, 2002.

FLORES, M. C. *Viabilidade Econômica do Biogás Produzido Por Biodigestor Para a produção de Energia elétrica – Estudo de caso em um Confinador Suíno*. Dissertação para Obtenção do Título de Engenheiro Químico. UNIFAL - Universidade Federal de Alfenas. Minas Gerais. 2014.

MAGALHÃES, A. P. T. **Biogás: um projeto de saneamento urbano**. São Paulo: Nobel, 120p. 1986.

MEIRA, Marisa Eugênia Melillo. **Desenvolvimento e aprendizagem: reflexões sobre suas relações e implicações para a prática docente**. Ciência & Educação, Bauru, v. 5, n. 2, p. 61–70, 1998.

MONTEIRO, Manuela Matos. **Área de Projecto: Guia do Aluno** . 12º ano, Porto: Porto Editora, 2007.

MORAN, J. M. **Ensino e aprendizagem inovadores com tecnologias**. Escola de Comunicações e Arte – Universidade de São Paulo. 2000 Disponível em: <[HTTP://www.eca.usp.br/prof/moran/](http://www.eca.usp.br/prof/moran/)> Acesso em: 18 de agosto de 2023.

PORTILHO, Fátima. **Sustentabilidade ambiental, consumo e cidadania**. 2 ed. São Paulo: Cortez, 2010.

NETO, J. T. P. **Manual de Compostagem: Processo de Baixo Custo**. Belo Horizonte, MG: UNICEF, 56p. 1996.

ZÔMPERO, A. F. LABURÚ, C. E. **Atividades investigativas no ensino de ciências: aspectos históricos e diferentes abordagens**. Revista Ensaio, Belo Horizonte, v.13, n.03, p.67-80, 2011.

ANEXO A – TERMO DE ANUÊNCIA DA ESCOLA

Governo do Estado do Rio de Janeiro
Secretaria de Estado de Educação
CIEP Doutor Miguel Couto Filho – U.A 181463

DECLARAÇÃO

A Direção do *CIEP DOUTOR MIGUEL COUTO FILHO* autoriza a realização da pesquisa intitulada **“COMPREENDENDO A DECOMPOSIÇÃO DE MATÉRIA ORGÂNICA POR MEIO DA CONSTRUÇÃO DE UM BIODIGESTOR”** a ser conduzida sob a responsabilidade do pesquisador **Rafael Machado Serafim Batista**, Prof. Doc. I/16h, Mat. 30593016, ID. 50267108; e declaro que esta instituição apresenta infraestrutura necessária à realização da referida pesquisa. Esta declaração é válida apenas no caso de haver parecer favorável do Comitê de Ética da UFJF para a referida pesquisa.

Por ser verdade, firmo a presente.

Varre-Sai, 20 de abril de 2023.

Direção

Claudio Magno Paulanti

DIRETOR ADJUNTO D.O. 10/01/2023 Pág.16

RG: 07994833-7 DETRAN

CPF: 003.164.857-64

ID:4018264-9/3 MAT. 0845851-5

CIEP. Dr. Miguel Couto Filho

CIEP Doutor Miguel Couto Filho
Rodovia Mauro Alves Ribeiro Júnior – RJ 214
Telefone: 22-3843-3352
Varre-Sai RJ-CEIP 28375-000

ANEXO B - PARECER CONSUBSTANCIADO DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA COM SERES HUMANOS (CEP)



UNIVERSIDADE FEDERAL DE
JUIZ DE FORA - UFJF



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: COMPREENDENDO A DECOMPOSIÇÃO DE MATÉRIA ORGÂNICA POR MEIO DA CONSTRUÇÃO DE UM BIODIGESTOR

Pesquisador: RAFAEL MACHADO SERAFIM BATISTA

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 69504423.8.0000.5147

Instituição Proponente: Universidade Federal de Juiz de Fora - ICB

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 6.185.204

Apresentação do Projeto:

As informações elencadas nos campos "Apresentação do Projeto", "Objetivo da Pesquisa" e "Avaliação dos Riscos e Benefícios" foram retiradas do arquivo Informações Básicas da Pesquisa.

Resumo:

"Inúmeras são as dificuldades ao longo do processo de ensino, e a desmotivação por parte dos discentes é observada quando os profissionais da educação assumem como norteadores bases ou resquícios do ensino tradicional. Assim se faz necessário buscar alternativas que possibilitem um ensino científico, integral, com protagonismo dos alunos. O presente projeto propõe uma sequência didática, a ser trabalhada com a terceira série do ensino médio, que possibilite a implementação de atividades de caráter investigativo, associadas a construção de um biodigestor, para trabalhar o conteúdo de decomposição de matéria orgânica, relacionando com a sustentabilidade. Este tema traz relevância diante de um cenário em que buscamos por meios alternativos de obtenção de energia, em uma sociedade cada vez mais sustentável. A sequência didática traz metodologia investigativa envolvendo reflexões, desenvolvimento e apresentação de hipóteses, atividades de pesquisa, consolidação, organização de um projeto e confecção de um biodigestor. Ao longo da aplicação da sequência didática proposta, uma espécie de "diário de bordo", será produzido com a finalidade de registrar curiosidades, questionamentos, dúvidas, que podem surgir ao longo do desenvolvimento de cada etapa. Ao fim da aplicação do projeto será realizada uma análise qualitativa levando em consideração a observação e vivência no decorrer do

Endereço: JOSE LOURENCO KELMER S/N

Bairro: SAO PEDRO

CEP: 36.036-900

UF: MG

Município: JUIZ DE FORA

Telefone: (32)2102-3788

E-mail: cep.propp@ufjf.br



UNIVERSIDADE FEDERAL DE
JUÍZ DE FORA - UFJF



Continuação do Parecer: 6.185.204

processo. Para a divulgação do projeto será criada um material educativo, com instruções simples sobre a construção de um biodigestor, bem como seus aspectos positivos, a fim de disseminar a possibilidade de idealização do projeto por toda a comunidade escolar."

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo primário:

"Criar uma sequência didática que possibilite a implementação de atividades de caráter investigativo, utilizando a construção de um biodigestor, buscando melhorar a compreensão e participação dos alunos no entendimento do processo de decomposição de matéria orgânica relacionada a produção de energia, no Ensino Médio."

Objetivo secundário:

"Elaborar uma sequência didática para o ensino da decomposição de matéria orgânica tendo como recurso pedagógico a construção de um biodigestor na terceira série do ensino médio, de uma escola pública; Incentivar a possibilidade de utilização de matéria orgânica descartada no processo de prepara da merenda escolar.

Descrever todas as etapas da sequência didática, indicando os aspectos positivos e negativos do uso de um biodigestor envolvendo a metodologia investigativa no ensino da decomposição de matéria orgânica;

Melhorar a participação e entendimento dos alunos dos principais conceitos que envolvem a decomposição;

Avaliar a percepção e impressão dos alunos a respeito do método proposto;

Criar um e-book educativo que possibilite a construção de um biodigestor pela comunidade escolar."

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos:

"Consistem em riscos mínimos, relacionados ao manuseio de ferramentas básicas durante a construção do biodigestor. Sendo assim ao manusear ferramentas básicas durante a construção de um biodigestor, os alunos serão orientados pelo professor a seguir práticas de segurança para evitar acidentes. Aqui estão alguns riscos mínimos relacionados ao manuseio de ferramentas básicas e algumas medidas para evitá-los: Cortes e lesões: O uso de ferramentas cortantes, como serras e facas, pode resultar em cortes ou lesões. Para evitá-los, é importante usar luvas de proteção ao manusear ferramentas afiadas (que serão fornecidas pelo professor), além de tomar cuidado ao trabalhar com objetos pontiagudos. Lesões oculares: Partículas ou lascas podem ser projetadas durante o uso de ferramentas como

Endereço: JOSE LOURENCO KELMER S/N

Bairro: SAO PEDRO

CEP: 36.036-900

UF: MG

Município: JUÍZ DE FORA

Telefone: (32)2102-3788

E-mail: cep.propp@ufjf.br



UNIVERSIDADE FEDERAL DE
JUIZ DE FORA - UFJF



Continuação do Parecer: 6.185.204

martelos ou serras, representando um risco para os olhos. O uso de óculos de segurança é essencial para proteger os olhos de lesões (que serão fornecidos pelo professor).

Lesões musculoesqueléticas: Levantar objetos pesados ou adotar posturas incorretas ao utilizar ferramentas pode causar lesões musculoesqueléticas, como torções ou distensões. O professor deverá coordenar as ações para evitar esses tipos de lesões.

Além desses riscos mínimos, será seguido as instruções de segurança específicas para cada ferramenta utilizada e serão utilizados os equipamentos de proteção individual adequados para cada situação.

Sobre a quebra de sigilo dos participantes algumas medidas importantes serão implementadas:

Consentimento informado: Antes de iniciar a pesquisa, será obtido o consentimento informado dos participantes. Onde serão explicados claramente os objetivos da pesquisa, como os dados serão coletados e utilizados, e quais medidas serão tomadas para proteger a privacidade e o sigilo das informações.

Anonimato e confidencialidade: Será garantido aos participantes que suas informações serão tratadas de forma anônima e confidencial, sempre que possível. Serão removidos identificadores pessoais das respostas e serão utilizados códigos ou identificadores numéricos para vincular os dados, em vez de informações identificáveis.

Armazenamento seguro de dados: Os dados coletados serão mantidos em ambiente seguro, protegido por senhas e com acesso restrito apenas a membros autorizados da equipe de pesquisa.

Tratamento ético dos dados: Serão respeitados os princípios éticos e legais relacionados à privacidade dos participantes.

Proteção durante a divulgação: Na apresentação dos resultados da pesquisa, não serão divulgadas informações que possam identificar os participantes individualmente.

Benefícios:

"Espera-se que o projeto consiga melhorar a participação e conseqüentemente a aprendizagem no conteúdo decomposição/sustentabilidade. E ainda, que os alunos sejam capazes de produzir um biodigestor, usando materiais simples com o propósito de incentivar e propagar a ideia para toda a comunidade escolar."

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

O projeto está bem estruturado, apresenta o tipo de estudo, número de participantes, critério de inclusão e exclusão, forma de recrutamento. As referências bibliográficas são atuais, sustentam os objetivos do estudo e seguem uma normatização. O cronograma mostra as diversas etapas da pesquisa, além de mostrar que a coleta de dados ocorrerá após aprovação do projeto pelo CEP. O

Endereço: JOSE LOURENCO KELMER S/N

Bairro: SAO PEDRO

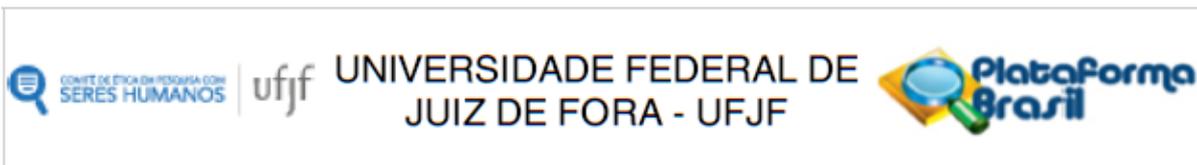
CEP: 36.036-900

UF: MG

Município: JUIZ DE FORA

Telefone: (32)2102-3788

E-mail: cep.propp@ufjf.br



Continuação do Parecer: 6.185.204

orçamento lista a relação detalhada dos custos da pesquisa que serão financiados com recursos próprios conforme consta no campo apoio financeiro. A pesquisa proposta está de acordo com as atribuições definidas na Resolução CNS 466 de 2012, itens IV.6, II.11 e XI.2; com a Norma Operacional CNS 001 de 2013. Itens: 3.4.1-6, 8, 9, 10 e 11; 3.3 - f; com o Manual Operacional para CEPS Item: VI - c.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

O protocolo de pesquisa está em configuração adequada, apresenta FOLHA DE ROSTO devidamente preenchida, com o título em português, identifica o patrocinador pela pesquisa, estando de acordo com as atribuições definidas na Norma Operacional CNS 001 de 2013 item 3.3 letra a; e 3.4.1 item 16. Apresenta o TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE ESCLARECIDO em linguagem clara para compreensão dos participantes, apresenta justificativa e objetivo, campo para identificação do participante, descreve de forma suficiente os procedimentos, informa que uma das vias do TCLE será entregue aos participantes, assegura a liberdade do participante recusar ou retirar o consentimento sem penalidades, garante sigilo e anonimato, explicita riscos e desconfortos esperados, indenização diante de eventuais danos decorrentes da pesquisa, contato do pesquisador e do CEP e informa que os dados da pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador pelo período de cinco anos, de acordo com as atribuições definidas na Resolução CNS 466 de 2012, itens: IV letra b; IV.3 letras a, b, d, e, f, g e h; IV. 5 letra d e XI.2 letra f. Apresenta o INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS de forma pertinente aos objetivos delineados e preserva os participantes da pesquisa. O Pesquisador apresenta titulação e experiência compatível com o projeto de pesquisa, estando de acordo com as atribuições definidas no Manual Operacional para CEPs. Apresenta DECLARAÇÃO de infraestrutura e de concordância com a realização da pesquisa de acordo com as atribuições definidas na Norma Operacional CNS 001 de 2013 item 3.3 letra h.

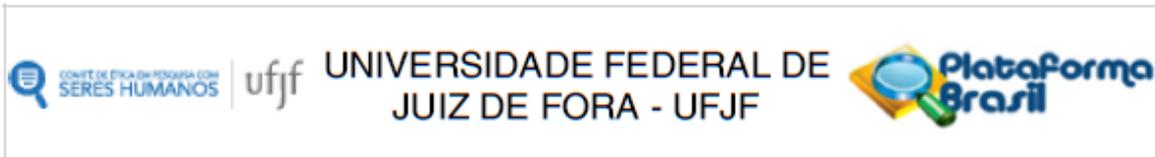
Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Diante do exposto, o projeto está aprovado, pois está de acordo com os princípios éticos norteadores da ética em pesquisa estabelecido na Res. 466/12 CNS e com a Norma Operacional Nº 001/2013 CNS, segundo este relator, aguardando a análise do Colegiado. Data prevista para o término da pesquisa: 29/ 03 / 2024.

Considerações Finais a critério do CEP:

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Endereço: JOSE LOURENCO KELMER S/N	CEP: 36.036-900
Bairro: SAO PEDRO	
UF: MG	Município: JUJZ DE FORA
Telefone: (32)2102-3788	E-mail: cep.propp@ufjf.br



Continuação do Parecer: 6.185.204

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_2051852.pdf	31/05/2023 18:26:45		Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	CEPProjetoRAFAEL.pdf	31/05/2023 18:26:27	RAFAEL MACHADO SERAFIM BATISTA	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	CEPTCLEResponsaveisRAFAEL.pdf	30/05/2023 23:23:19	RAFAEL MACHADO SERAFIM BATISTA	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	CEPTCLEAlunosRAFAEL.pdf	30/05/2023 23:22:43	RAFAEL MACHADO SERAFIM BATISTA	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	CEPAssentimentoAlunosRAFAEL.pdf	30/05/2023 23:22:13	RAFAEL MACHADO SERAFIM BATISTA	Aceito
Outros	CEPCurriculoHeloisa.pdf	10/05/2023 16:25:55	RAFAEL MACHADO SERAFIM BATISTA	Aceito
Outros	CEPCurriculo.pdf	10/05/2023 16:24:46	RAFAEL MACHADO SERAFIM BATISTA	Aceito
Declaração de concordância	CEPDeclaracaoEscolaAssRAFAEL.pdf	10/05/2023 15:42:21	RAFAEL MACHADO SERAFIM BATISTA	Aceito
Folha de Rosto	CEPFolhadeRostoAssRAFAEL.pdf	08/05/2023 23:10:21	RAFAEL MACHADO SERAFIM BATISTA	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

JUIZ DE FORA, 17 de Julho de 2023

Assinado por:
Iluska Maria da Silva Coutinho
(Coordenador(a))

Endereço: JOSE LOURENCO KELMER S/N
 Bairro: SAO PEDRO CEP: 36.036-900
 UF: MG Município: JUIZ DE FORA
 Telefone: (32)2102-3788 E-mail: oep.propp@ufjf.br



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA**



**ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO
STRICTO SENSU**

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO: Mestrado Profissional em Ensino de Biologia

Nº PPG:

Formato da Defesa: () presencial (X) virtual () híbrido

Ata da sessão (X) pública () privada referente à defesa da (X) dissertação () tese intitulada *Da Merenda ao Biogás: Desvendando a Sustentabilidade na Escola com Decomposição Criativa*, para fins de obtenção do título de (X)mestra(e) () doutor(a) em Ensino de Biologia, área de concentração Ensino de Biologia, pelo(a) discente Rafael Machado Serafim Batista (matrícula 102490088 - início do curso em 01/04/2022), sob orientação da Prof. (ª)Dr.ª Heloisa D'Ávila da Silva Bizarro.

Ao 2º dia do mês de fevereiro do ano de 2024, às 14 horas, de forma virtual, conforme Portaria PROPP/UFF nº 53 de 02/01/2024 da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), reuniu-se a Banca examinadora da (X) dissertação () tese em epígrafe, aprovada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação, conforme a seguinte composição:

Titulação Prof(a) Dr(a) / Dr(a)	Nome	Na qualidade de:
Prof(a) Dr(a)	Heloisa D'Ávila da Silva Bizarro	Orientador(a) e Presidente da Banca
Prof(a) Dr(a)	Renato Moreira Nunes	Membro titular interno
Prof(a) Dr(a)	Camila Ramos de Oliveira Nunes	Membro titular externo
Prof(a) Dr(a)	Nádia Sílvia Somavilla	Suplente interno
Prof(a) Dr(a)	Lairis Cunha Campos	Suplente externo

*Na qualidade de (opções a serem escolhidas):

- Membro titular interno
- Membro titular externo
- Membro titular externo e Coorientador(a)
- Orientador(a) e Presidente da Banca
- Suplente interno
- Suplente externo
- Orientador(a)
- Coorientador(a)

*Obs: Conforme §2º do art. 54 do Regulamento Geral da Pós-graduação stricto sensu, aprovado pela Resolução CSPP/UFF nº 28, de 7 de junho de 2023, "estando o(a) orientador(a) impedido(a) de compor a banca, a presidência deverá ser designada pelo Colegiado".

AValiação da Banca Examinadora

Tendo o(a) senhor(a) Presidente declarado aberta a sessão, mediante o prévio exame do referido trabalho por parte de cada membro da Banca, o(a) discente procedeu à apresentação de seu Trabalho de Conclusão de Curso de Pós-graduação Stricto sensu e foi submetido(a) à arguição pela Banca Examinadora que, em seguida, deliberou sobre o seguinte resultado:

(X) APROVADO

SEI/UFJF - 1656612 - PROPP 01.2: Ata de defesa c/ aprovação condicional https://sei.ufjf.br/sei/controlador.php?acao=documento_imprimir_web..

() REPROVADO, conforme parecer circunstanciado, registrado no campo Observações desta Ata e/ou em documento anexo, elaborado pela Banca Examinadora

() APROVADO CONDICIONALMENTE, sendo consenso da banca de que esta ata é provisória e condicional

Novo título da Dissertação/Tese (só preencher no caso de mudança de título):

Observações da Banca Examinadora caso haja necessidade de anotações gemis sobre a dissertação/tese e sobre a defesa, as quais a banca julgue pertinentes

Descrição de todas as condicionalidades para a aprovação (só preencher no caso de Aprovação Condicional):

Nada mais havendo a tratar, o(a) senhor(a) Presidente declarou encerrada a sessão de Defesa, sendo a presente Ata lavrada e assinada pelos(as) senhores(as) membros da Banca Examinadora e pelo(a) discente, atestando o(a) que nela consta.

INFORMAÇÕES

Para fazer jus ao título de mestre(a)/doutor(a), a versão final da dissertação/tese, considerada Aprovada, devidamente conferida pela Secretaria do Programa de Pós-graduação, deverá ser tramitada para a PROPP, em Processo de Homologação de Dissertação/Tese, dentro do prazo de 70 dias a partir da data da defesa. Após o envio dos exemplares definitivos, o processo deverá receber homologação e, então, ser encaminhado à CDARA.

Esta Ata de Defesa é um documento padronizado pela Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa. Observações excepcionais feitas pela Banca Examinadora poderão ser registradas no campo disponível acima ou em documento anexo, desde que assinadas pelo(a) Presidente(a).

Esta Ata de Defesa somente poderá ser utilizada como comprovante de titulação se apresentada junto à Certidão da Coordenadoria de Assuntos e Registros Acadêmicos da UFJF (CDARA) atestando que o processo de confecção e registro do diploma está em andamento.



Documento assinado eletronicamente por Heloisa D Avilla da Silva Bizarro, Servidor(a), em 08/02/2024, às 10:23, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por Rafael Machado Serafim Batista, Usuário Externo, em 08/02/2024, às 10:49, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por Camila Ramos de Oliveira Nunes, Usuário Externo, em 08/02/2024, às 14:57, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por Renato Moreira Nunes, Professor(a), em 16/02/2024, às 20:02, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no Portal do SEI/UFJF (www2.ufjf.br/SEI) através do ícone Conferência de Documentos, informando o código verificador 1656612 e o código CRC 86209737.