***Campus* Ji-Paraná**
Coordenação do Curso Licenciatura em Química

CINTIA DE SOUZA MUNIZ

BIODIGESTOR CASEIRO: UMA PROPOSTA DIDÁTICO-PEDAGÓGICA COMO INSTRUMENTO PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS E EDUCAÇÃO AMBIENTAL NAS ESCOLAS DA EDUCAÇÃO BÁSICA

JI-PARANÁ

2026

CINTIA DE SOUZA MUNIZ

BIODIGESTOR CASEIRO: UMA PROPOSTA DIDÁTICO-PEDAGÓGICA COMO INSTRUMENTO PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS E EDUCAÇÃO AMBIENTAL NAS ESCOLAS DA EDUCAÇÃO BÁSICA

Monografia apresentada ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia (IFRO), Campus Ji-Paraná, como requisito parcial para obtenção do grau de Licenciada em Química, sob a orientação do Prof. Dr. Valdivino Francisco dos Santos Borges e coorientação do Prof. Me. Venício Favoretti.

JI-PARANÁ
2026

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema Gerador de Ficha Catalográfica do IFRO.

Muniz, Cintia de Souza.
Biodigestor caseiro: uma proposta didático-pedagógica como instrumento para o ensino de ciências e educação ambiental nas escolas da educação básica / Cintia de Souza Muniz. - Ji-Paraná, 2026.
32 f. : il.

Orientador(a): Prof. Dr. Valdivino Francisco dos Santos Borges.
Coorientador(a): Prof. Me. Venício Favoretti.

Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Química) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia - IFRO, Ji-Paraná, 2026.

1. Biodigestor. 2. Educação ambiental. 3. Ensino de ciências. 4. Sustentabilidade. I. Borges, Valdivino Francisco dos Santos (orient.). II. Favoretti, Venício (coorient.). III. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia - IFRO. IV. Título.

Bibliotecário(a) Responsável: Cleuza Diogo Antunes, CRB-11/864

CINTIA DE SOUZA MUNIZ

BIODIGESTOR CASEIRO: UMA PROPOSTA DIDÁTICO-PEDAGÓGICA COMO INSTRUMENTO PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS E EDUCAÇÃO AMBIENTAL NAS ESCOLAS DA EDUCAÇÃO BÁSICA

Monografia apresentada ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia (IFRO), Campus Ji-Paraná, como requisito parcial para obtenção do grau de Licenciada em Química, sob a orientação do Prof. Dr. Valdivino Francisco dos Santos Borges e coorientação do Prof. Me. Venício Favoretti.

Aprovado em: 07/10/2026 pela banca examinadora.

gov.br Documento assinado digitalmente
MAYRA KEROLLY SALES MONTEIRO
Data: 07/11/2026 20:29:33-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Profa. Dra. Mayra Kerolly Sales Monteiro
Instituto Federal de Rondônia (IFRO)
Membro da Banca

gov.br Documento assinado digitalmente
RAFAEL VIEIRA
Data: 08/11/2026 10:39:47-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Prof. Dr. Rafael Vieira
Instituto Federal de Rondônia (IFRO)
Membro da Banca

gov.br Documento assinado digitalmente
VALDIVINO FRANCISCO DOS SANTOS BORGES
Data: 08/11/2026 09:25:30-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Prof. Dr. Valdivino Francisco dos Santos Borges
Instituto Federal de Rondônia (IFRO)
Orientador

“Dedico este trabalho a Deus pela força nessa trajetória, à família, pelo apoio constante; aos meus professores, pela inspiração e incentivo; e ao meu orientador, pela orientação e sabedoria.

A todos que acreditam na educação como ferramenta de transformação, meu profundo agradecimento.”

Biodigestor caseiro: uma proposta didático-pedagógica como instrumento para o ensino de ciências e educação ambiental nas escolas da educação básica

RESUMO

Os biodigestores constituem uma alternativa sustentável para o tratamento de resíduos orgânicos, possibilitando a produção de biogás e biofertilizante. Além de sua importância ambiental e socioeconômica, esses sistemas podem ser empregados no ambiente escolar como recursos didático-pedagógicos para a contextualização de conteúdos de Química, Física, Biologia e Educação Ambiental. Nesse contexto, este trabalho teve como objetivo analisar, por meio de revisão bibliográfica, o potencial do biodigestor caseiro como recurso didático-pedagógico para o ensino de Ciências e para a Educação Ambiental na Educação Básica, considerando os processos físicos, químicos e microbiológicos envolvidos na biodigestão anaeróbia. Foram consultados artigos científicos, livros, dissertações e teses relacionados ao emprego de biodigestores no contexto educacional e aos processos envolvidos em seu funcionamento. Os estudos analisados evidenciam que os biodigestores apresentam potencial para favorecer a contextualização e a interdisciplinaridade, permitindo a abordagem de conteúdos relacionados à transformação da matéria, atividade microbiana, produção de gases, transferência de energia, sustentabilidade e aproveitamento de resíduos orgânicos. Como produto educacional, foi elaborado um folder que relaciona o funcionamento do biodigestor aos conteúdos das Ciências da Natureza. Conclui-se que o biodigestor caseiro apresenta potencial como recurso didático para integrar conhecimentos científicos e Educação Ambiental, contribuindo para uma aprendizagem contextualizada e para a reflexão sobre práticas sustentáveis.

Palavras-chave: biodigestor; educação ambiental; ensino de ciências; sustentabilidade.

ABSTRACT:

Biodigesters are a sustainable alternative for organic waste treatment, enabling the production of biogas and biofertilizer. In addition to their environmental and socioeconomic importance, these systems can be used in school settings as teaching and learning resources to contextualize topics in Chemistry, Physics, Biology, and Environmental Education. In this context, this study aimed to analyze, through a literature review, the potential of a homemade biodigester as a teaching and learning resource for Science education and Environmental Education in Basic Education, considering the physical, chemical, and microbiological processes involved in anaerobic digestion. Scientific articles, books, master's dissertations, and doctoral theses related to the use of biodigesters in educational contexts and the processes involved in their operation were consulted. The studies analyzed indicate that biodigesters have the potential to promote contextualization and interdisciplinarity, enabling the exploration of topics related to matter transformation, microbial activity, gas production, energy transfer, sustainability, and the utilization of organic waste. As an educational product, an informational brochure was developed to relate the operation of the biodigester to Natural Sciences content. It is concluded that the homemade biodigester has potential as a teaching resource for

integrating scientific knowledge and Environmental Education, contributing to contextualized learning and reflection on sustainable practices.

Keywords: biodigester; environmental education; science education; sustainability.

SUMÁRIO

1.INTRODUÇÃO 9
1.2 Objetivo geral 10
1.3 Objetivos Específicos 11
2.FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA 11
2.1 Educação ambiental e a BNCC 11
2.2 Biodigestores e sustentabilidade 14
2.2.1. Biodigestão 14
2.2.2 O uso de biodigestores em um ambiente escolar 18
2.3 A contextualização no Ensino de Ciências 20
3.METODOLOGIA 21
4.RESULTADOS E DISCUSSÃO 22
4.1 Os biodigestores como recurso didático 22
4.2 Os biodigestores e a relação com a BNCC 24
4.3 Produto educacional 26
4.4 Desafios da aplicação da metodologia 27
5.CONCLUSÃO 29
6.REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 30

1. INTRODUÇÃO

Na contemporaneidade, com a crescente produção de resíduos orgânicos e a demanda por fontes de energia limpa, a educação ambiental é vista como um dos pilares fundamentais da formação de uma sociedade ambientalmente consciente (Oliveira et al., 2019). A escola, enquanto espaço formativo e socializador, deve promover experiências significativas que despertem a consciência crítica dos estudantes e os estimulem à ação responsável frente às questões socioambientais (Oliveira et al., 2018). A crise energética global exige a formação de cidadãos críticos, comprometidos com a sustentabilidade e capazes de intervir positivamente no ambiente em que vivem.

Nesse contexto é de suma importância perceber a necessidade dessas alternativas de ensino que envolvem o aluno nas atividades de forma a torná-lo protagonista na construção do seu conhecimento (Pires, Zdradek,Moura, 2023). Sob essa ótica, as diretrizes da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) reforçam que é papel da educação proporcionar um ambiente onde o respeito à natureza e uma sociedade mais justa sejam estimulados, e que desenvolvam senso crítico para serem sujeitos ativos perante as problemáticas sociais (BNCC, 2018).

Segundo Pires, Zdradek e Moura (2023), ao envolver situações problemas, o aluno desenvolve o pensamento crítico de forma a analisar problemas sociais do cotidiano como, por exemplo, a poluição ambiental pelo descarte incorreto de dejetos de animais, e propor soluções ambientalmente corretas com a utilização de energia renovável, permitindo a compreensão do mundo real.

No que tange ao ensino de ciências, o biodigestor apresenta-se como uma estratégia eficaz para aproximar os alunos dos conceitos de sustentabilidade, energia renovável e reaproveitamento de resíduos. Nesse contexto, a educação ambiental configura-se como um processo formativo fundamental para desenvolver valores, habilidades e atitudes voltadas à preservação e melhoria da qualidade ambiental.

O uso dessa metodologia permite não só a assimilação de disciplinas curriculares, mas também da construção de senso crítico e problematizador, com formação integral do indivíduo e da importância da sua atuação consciente no mundo, integrando tanto

aspectos sociais como aspectos didáticos, problemas contemporâneos que podem ser solucionados através das ciências (Leal e Santos, 2022).

Na perspectiva de Oliveira et. al 2018, a aplicação de um projeto na escola para desenvolvimento de um biodigestor se mostrou muito produtivo, visto que os alunos mostraram compreender conhecimentos de Química, como reações endotérmicas e exotérmicas, a variação da entalpia, pH e compostos moleculares. Na física conhecimentos como processos de transferência de energia como condução, convecção e radiação térmica. A disciplina de biologia é lembrada por explicar a atividade microbiana que transforma moléculas complexas em moléculas cada vez menores e mais simples, resultado da quebra das ligações químicas.

A existência de um biodigestor caseiro funcional em um ambiente escolar proporciona uma excelente oportunidade de aliar teoria e prática, promovendo a aprendizagem ativa e contextualizada. Ao estimular o contato direto com os processos de biodigestão, o projeto favorece a construção de saberes científicos e ambientais, além de contribuir para o desenvolvimento de habilidades investigativas, analíticas e comunicativas (Cartaxo et al., 2020).

Diante desse contexto, o presente trabalho tem como objetivo realizar uma revisão bibliográfica do uso do biodigestor caseiro como ferramenta didático-pedagógica para o ensino de Ciências e Educação Ambiental, além de identificar as principais reações químicas, físicas e microbiológicas envolvidas em seu funcionamento. Busca-se ainda correlacionar essas reações físico-químicas com conteúdos curriculares das disciplinas de Física, Química e Biologia na Educação Básica, evidenciando o potencial interdisciplinar dessa tecnologia sustentável no contexto escolar.

Embora as atividades experimentais contribuam para a contextualização dos conteúdos, elas não substituem a fundamentação teórica. Nesse sentido, o biodigestor pode atuar como recurso complementar, aproximando os conteúdos das Ciências da Natureza de situações concretas e de questões socioambientais.

1.2 Objetivo geral

Analisar, por meio de revisão bibliográfica, o potencial do biodigestor caseiro como recurso didático-pedagógico para o ensino de Ciências e para a Educação

Ambiental na Educação Básica, considerando os processos físicos, químicos e microbiológicos envolvidos na biodigestão anaeróbia.

1.3 Objetivos Específicos

- descrever os principais processos físicos, químicos e microbiológicos envolvidos na biodigestão anaeróbia e na produção de biogás e biofertilizante;
- analisar as possibilidades de utilização do biodigestor como recurso didático-pedagógico no ensino de Ciências;
- relacionar o funcionamento do biodigestor aos conteúdos curriculares de Química, Física e Biologia e às competências e habilidades previstas na BNCC;
- identificar, na literatura analisada, potencialidades e limitações da utilização de biodigestores em atividades didáticas interdisciplinares;
- elaborar um material educativo que auxilia na abordagem do biodigestor no contexto escolar.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Educação ambiental e a BNCC

De acordo com Guimarães (2004), a Educação Ambiental assume o papel de promover uma nova ética ecológica, questionando valores tidos como absolutos e universais, com o objetivo de favorecer o bem comum. Sob esse prisma, a abordagem pedagógica que transcende a simples transmissão de conteúdos, exige metodologias participativas, interdisciplinares e contextualizadas, que permitam ao educando experimentar, refletir e agir.

Diante do exposto, podemos considerar a sala de aula como espaço privilegiado para se discutir e ensinar sobre questões ambientais, bem como a relação entre ser humano e natureza, suas consequências e atitudes a serem tomadas, visto que há o aparato legal brasileiro que estabelece em seu artigo segundo da Lei de Política Nacional de Educação Ambiental (lei Nº 9.795) de 27 de abril de 1999) que:

> Art. 2º A educação ambiental é um componente essencial e permanente da educação nacional, devendo estar presente, de forma articulada, em todos os níveis e modalidades do processo educativo, em caráter formal e não-formal.

Nesse sentido, a adoção de abordagens pedagógicas utilizando-se o biodigestor como alternativa de ensino deixa de ser apenas uma atividade curricular, e cria alternativas para que a lei educacional seja cumprida.

A atuação do professor bem qualificado e informado nesse cenário de construção de conhecimento se faz indispensável, pois a educação, na visão de Freire (2000), por si só não tem a capacidade de transformar, mas influenciar o desenvolvimento do intelecto de pessoas, e estas sim poderão transformar o mundo.

É assim que o professor atua como mediador de conhecimentos e ensinamentos que auxiliam na formação da mentalidade dos estudantes. O sucesso de atitudes e ações de conservação da natureza são resultados do trabalho que não só envolve o professor, mas todo o conjunto escolar, os quais possibilitam a viabilidade de execução de planos e trabalhos voltados para esse tema.

Entretanto, para que essa proposta alcance resultados efetivos, é importante articular teoria e prática docente, e fazer a integração entre projetos ambientais ligados ao uso de tecnologias sociais, como o biodigestor caseiro, que se mostra uma forma criativa e potencialmente eficaz de ensinar Ciências, por meio de reações químicas. Como destaca Dagnino (2014), essas tecnologias são frutos do envolvimento da comunidade e oferecem soluções reais para os desafios sociais do dia a dia.

O biodigestor, por exemplo, transforma restos orgânicos em energia e fertilizante, unindo conhecimento científico à vivência cidadã. Ao trabalhar com o biodigestor, os alunos não apenas aprendem sobre processos bioquímicos e ecológicos, mas também desenvolvem um olhar mais sensível e consciente sobre o meio ambiente e o papel de cada um na sua preservação.

Do ponto de vista pedagógico, projetos que envolvem a observação e análise do funcionamento de um biodigestor oferecem oportunidades para aprendizagem significativa (Tavares, 2004), especialmente quando os alunos participam ativamente da construção do conhecimento a partir de suas vivências e experiências.

Ao trabalhar com um biodigestor, é possível integrar conteúdos de química (reações anaeróbicas, produção de metano, reações ácido-base), biologia (microrganismos, fermentação, ciclos biogeoquímicos), física (energia, pressão, temperatura, gases), além de temas transversais como sustentabilidade, ética ambiental e consumo responsável.

Segundo Reigota (2017), a Educação Ambiental é um instrumento que busca incorporar valores à vivência humana, com o objetivo de promover mudanças nas atitudes em relação ao meio ambiente. A escola se destaca como o espaço mais apropriado para o desenvolvimento dessas práticas, pois, por meio do currículo e do projeto político-pedagógico, é possível abordar questões ambientais em várias disciplinas, envolvendo todo o corpo docente.

De acordo com a primeira das três competências específicas de ciências da natureza e suas tecnologias para o ensino médio da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), a qual vai ao encontro das necessidades de aprendizagens dos alunos, diz que:

> Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas interações e relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e global. (BRASIL, 2018, p. 554).

Essa competência dispõe que o aluno precisa além de entender os processos naturais e suas relações com a sociedade, é necessário também propor soluções para os problemas ambientais, a fim de minimizar as consequências causadas pelo descarte incorreto de resíduos. Assim, aquilo que antes era visto como problema ambiental, passa a representar possíveis soluções sustentáveis, contribuindo para o desenvolvimento econômico, proteção ambiental e o bem estar social.

Na mesma linha de pensamento, o artigo 3º, inciso IV, da Lei da Política Nacional de Educação Ambiental (Lei nº 9.795/1999) estabelece que “incentivar a participação individual e coletiva, permanente e responsável, na preservação do equilíbrio do meio ambiente, entendendo-se a defesa da qualidade ambiental como um valor inseparável do exercício da cidadania”. Dessa forma, o uso do biodigestor vai muito além de um recurso didático, usado para proporcionar fenômenos observáveis e concretos, mas também desenvolve a participação ativa dos indivíduos na preservação do meio ambiente, proporcionando o exercício da cidadania.

2.2 Biodigestores e sustentabilidade

A construção do conhecimento com base em situações concretas permite aos estudantes o desenvolvimento do letramento científico (Santos; Mortimer, 2002), tornando-o capaz de compreender e intervir criticamente nas questões que envolvam ciência, tecnologia e sociedade.

Segundo (Nogueira, 1986 apud. Matos, 2016) o biodigestor consiste em um sistema fechado no qual ocorre a digestão anaeróbia da matéria orgânica pela ação de diferentes grupos de microrganismos, resultando principalmente na formação de biogás e digestato.

Para fins didáticos pedagógicos o protótipo de biodigestor pode ser facilmente construído utilizando-se materiais alternativos e de fácil acesso, como por exemplo, garrafas de polietileno e mangueiras plásticas para a construção, aproveitar restos de legumes, verduras, ou esterco animal para alimentação do protótipo (Pires; Zdradek ;Moura, 2023).

Ele transforma restos orgânicos em energia e fertilizante, unindo conhecimento científico à vivência cidadã. Ao trabalhar com o biodigestor, os alunos não apenas aprendem sobre processos bioquímicos e ecológicos, mas também desenvolvem um olhar mais sensível e consciente sobre o meio ambiente e o papel de cada um na sua preservação.

Essa consciência é importante para preservação de lagos e rios, uma vez que o despejo de dejetos nesses ambientes causa eutrofização, que é o aumento de nutrientes que causam o crescimento exagerado de algas, dificultando a passagem da luz solar e oxigênio dissolvido, causando a mortandade de peixes (Macedo e Tavares, 2010).

2.2.1. Biodigestão

A digestão anaeróbica é a degradação controlada de matéria orgânica na ausência de oxigênio, com a presença de microrganismos anaeróbios. O principal produto desse

processo é o biogás, que retira carbono, hidrogênio e oxigênio do resíduo, deixando nitrogênio, fósforo e potássio no digerido (Alengebawy et al., 2022; Alfa et al., 2014 apud Suarez; Depraect; Muñoz, 2024). A utilização de biofertilizantes é de suma importância, pois além de reduzir significativamente os resíduos orgânicos, e consequentemente o impacto ambiental, favorece o setor econômico na busca por biofertilizantes ao invés de fertilizantes sintéticos.

Para produzir biofertilizantes de alta qualidade, o digerido precisa ser tratado para aumentar a eficiência do produto. O equipamento de separação sólido-líquido está entre as técnicas mais extensivamente utilizadas; a fração sólida geralmente é rica em fósforo, enquanto a fração líquida é rica em nitrogênio (Alengebawy et al., 2022; Alfa et al., 2014 apud Suarez; Depraect; Muñoz, 2024).

O processo de digestão anaeróbia pode ser utilizado para resíduos orgânicos, tanto sólidos quanto líquidos, constituindo uma forma eficiente de tratamento, por trabalhar com quantidades consideráveis de matéria orgânica (Charles; Walker; Cord-Ruwisch, 2009). Esse método consiste em uma atividade realizada por grupos específicos de bactérias, que atuam sobre os dejetos orgânicos.

O resultado final é a produção de biogás, que é composto principalmente pelo gás metano e por uma mistura de outros gases, como o dióxido de carbono, hidrogênio, nitrogênio, gás sulfídrico e amônia (Schultz, Soares, 2014). Ao final do processo de biodigestão tem-se também a produção de biofertilizante, um substrato rico em nutrientes e material orgânico humificado (Amaral et al., 2004).

O processo de biodigestão anaeróbica compreende quatro processos, que são a hidrólise enzimática, acidogênese, acetogênese e metanogênese. Na hidrólise enzimática os materiais orgânicos complexos são hidrolisados e convertidos em moléculas menores por meio da fermentação, conforme a equação 1:

$$\underbrace{C_4H_6O_3N_2 - R_1 - R_2}_{\text{Proteína di-peptídeo}} + H_2O \rightarrow \underbrace{C_2H_4O_2N - R_1 + C_2H_4O_2N - R_2}_{\text{Aminoácidos}} \quad \text{Eq. (1)}$$

Nessa equação química é representada a proteína simplificada, onde a água atua diretamente quebrando a ligação da amida central resultando em dois aminoácidos. Nessa fase, enzimas extracelulares secretadas pelas bactérias hidrolíticas fermentativas (Ferreira, 2022), atuam na quebra de moléculas grandes e complexas como carboidratos,

proteínas, açúcares e ácidos graxos. Essa etapa é muito importante, pois bio disponibiliza substratos necessários para as próximas etapas.

A acidogênese é a fase onde as moléculas menores resultantes da hidrólise são metabolizadas por bactérias dos gêneros Clostridium, Staphylococcus, Streptococcus, Desulphovibrio, Lactobacillus e Actinomyces, convertendo-se em diversos compostos mais simples (Tchobanoglus et al., 1993; Chernicharo, 2007; Rizzoni 2012). As bactérias fermentativas, formadoras de ácidos, são conhecidas como produtoras de hidrogênio e convertem os produtos provenientes da hidrólise em ácidos graxos voláteis, álcoois, ácido lático, gás carbônico, hidrogênio, amônia e sulfeto de hidrogênio (Azevedo, 2010). Essas reações fermentativas são apresentadas nas equações 2, 3 e 4.

Na equação 2, temos a reação do glicerol com íon bicarbonato para formar acetato, íons H^+ e água. A equação 3 apresenta o processo de acidogênese, e nela pode-se constatar no reagente um aminoácido (ácido glutâmico) gerado da hidrólise de proteínas presentes na biomassa. O ácido propiônico é formado através das reações de desaminação e descarboxilação. Outros produtos gasosos também são formados, entre eles gás hidrogênio, que classifica essa etapa como ácida.

Na equação 4, podemos constatar a fermentação de açúcares, ou seja, os microrganismos consomem os carboidratos presentes para obterem energia, gerando no lado dos produtos ácido propiônico, ácido acético, gás hidrogênio. A principal característica que nomeia essa etapa está exatamente na grande produção de compostos ácidos gerados nesse processo.

$$4\,C_3H_8O_3 + 2HCO_3^- \rightarrow 7CH_3COO^- + 5H^+ + 4\,H_2O \qquad \text{Eq. (2)}$$

Glicerol; íon bicarbonato; Acetato

$$C_5H_9NO_4 + 2H_2O \rightarrow CH_3CH_2COOH + 2\,CO_2 + NH_3 + 2H_2 \qquad \text{Eq.(3)}$$

Ácido glutâmico; Ácido propiônico

$$3\,C_6H_{12}O_6 \rightarrow 4\,CH_3CH_2COOH + 2\,CH_3COOH + 2\,CO_2 + 2\,H_2O \qquad \text{Eq. (4)}$$

Glicose/Frutose; Ácido propiônico; Ácido acético

Na acetogênese, as bactérias acetogênicas são responsáveis pela oxidação dos ácidos orgânicos em substrato para os microrganismos metanogênicos (Azevedo, 2010),

segundo as equações 5, 6 e 7 abaixo:

$$CH_3CH_2COO^- + 3\,H_2O \rightarrow CH_3COO^- + 3\,H_2 + H^+ + HCO_3^- \quad \text{Eq. (5)}$$

Propionato — Acetato

$$CH_3CH_2CH_2COO^- + 2\,H_2O \rightarrow 2\,CH_3COO^- + 2\,H_2 + H^+ \quad \text{Eq. (6)}$$

Butirato

$$2\,CH_3(CH_2)_3COO^- + 6\,H_2O \rightarrow 5\,CH_3COO^- + 6\,H_2 + 3\,H^+ \quad \text{Eq. (7)}$$

Íon Valerato

As equações 5, 6 e 7 apresentam a oxidação de ácidos orgânicos sendo transformados em moléculas de acetato, íons hidrogênio e gás hidrogênio, que servirão como substrato para a próxima etapa.

Durante o processo de metanogênese, o metano é produzido por um grupo classificado como domínio Archaea. Nessa etapa são utilizadas principalmente duas rotas: a hidrogenotrófica, onde dióxido de carbono é reduzido pelo hidrogênio, formando metano e água, e a rota acetoclástica, em que o acetato ou ácido acético é convertido em metano e dióxido de carbono, conforme as equações 8 e 9:

Via hidrogenotrófica:

$$CO_2 + 4H_2 \rightarrow CH_4 + 2H_2O \quad \text{Eq. (8)}$$

Via acetoclástica:

$$CH_3COOH \rightarrow CH_4 + CO_2 \quad \text{Eq. (9)}$$

Ainda que poucas espécies de bactérias metanogênicas sejam capazes de formar metano a partir do acetato, as mesmas são responsáveis por 60% a 70% de toda produção de metano, sendo representadas principalmente pelos gêneros Methanosarcina e Methanosaeta (Siqueira, 2012).

É muito importante que as condições ideais dos resíduos que estão no processo de biodigestão sejam preservadas, estas podem interferir no rendimento, por exemplo, o pH, a temperatura, o tempo de retenção hidráulica (TRH), a presença de inóculo e nutrientes,

a composição do substrato e a porcentagem de sólidos totais (A. Orrico; J. Júnior; M. Júnior, 2007).

O pH ideal para o processo de biodigestão é em torno de 6,0 a 8,0, sendo ótimo entre 7,0 e 7,2. As bactérias metanogênicas acetoclásticas são extremamente sensíveis a variação brusca de qualquer fator, então uma possível perturbação no pH compromete a atuação desses microrganismos (Oliveira, 2019).

A temperatura destaca-se como um dos principais fatores físicos no processo de biodigestão, pois influencia diretamente a cinética das reações. A depender do grupo de microrganismos atuantes, o processo pode ocorrer em uma faixa que varia de 20 a 70 °C (Amaral C. et al, 2004).

No que se refere ao tipo de substrato, a forma física da biomassa deve ser levada em consideração. De acordo com Tonissi et al. (2011), quanto menor o tamanho da partícula, maior a área de contato superficial, o que favorece a ação dos microrganismos, contribuindo para um processo mais rápido na etapa de degradação (acidogênese).

Um estudo de Viriato et al. (2015) feito sobre o tamanho de partículas concluiu-se que a taxa de produção do biogás nos tratamentos estudados foi inversamente proporcionais a granulometria do substrato, pelo fato das partículas menores oferecerem uma maior área de superfície de contato disponível para os microrganismos, resultando em aumento da atividade microbiana, consequentemente proporcionando uma maior taxa de produção de biogás.

2.2.2 O uso de biodigestores em um ambiente escolar

A crescente demanda de energia é frequentemente debatida no Brasil e no mundo, pois além de ser um dos pilares da economia, é de fundamental importância para o desenvolvimento das atividades essenciais da sociedade.

Nesse sentido, o biodigestor se mostra como uma das ferramentas que possibilita a intervenção frente às práticas de criação animal que causam poluição no meio ambiente, prejudicando rios e lagos, e ao mesmo tempo, desperdiçando a matéria prima que pode ser utilizada para obtenção de energia renovável.

Quando inseridos em instituições de ensino, estes temas possibilitam o ensino socioambiental e instigam os alunos a busca por uma das possíveis alternativas para as

problemáticas ambientais. A tabela 1, apresenta alguns autores que estudaram o uso do biodigestor como recurso didático na educação ambiental:

Tabela 1- O uso de biodigestores para o ensino de ciências

Título da pesquisa	Principais características	Autoria
Energia, Sociedade e Meio Ambiente no Desenvolvimento de Um Biodigestor: a Interdisciplinaridade e a Tecnologia Arduino para Atividades Investigativas	O projeto possibilitou discutir diversas transformações que acontecem em um biodigestor, promovendo a interdisciplinaridade entre matérias como química, física e biologia, entre elas: conceitos de termoquímica, ligações químicas, bioenergética e promover o pensamento crítico.	Haroldo G. Oliveira, Ricardo Antonello, Antônio J. Fidélis e Bruno J. D. Rinaldi
Biodigestores na escola: um estado da arte sobre educação ambiental e sustentabilidade na educação básica	O artigo teve como objetivo estudar os trabalhos realizados sobre biodigestores na educação básica, de forma a contribuir para a educação ambiental e consciência sustentável dos alunos.	Silvana Mariote, Gabriel Osvair Costa Jardim, Lorenna Cardoso Rezende, Patrícia Rosinke, Suélen Fabiana Dal Forno Barasuol
Proposição de um plano de ensino para a construção de modelos de biodigestores didáticos	Esse trabalho teve como objetivo central mostrar de maneira detalhada o guia prático de como trazer o biodigestor para sala de aula, modelos de protótipos com utilização de materiais alternativos e tutorial para a fabricação desses modelos; plano de ensino experimental.	Daniel de Sousa Pires, Cristiane Pereira Zdradek, Paulo Rogério Garcez de Moura
Abordagem CTSA na Construção de Um Biodigestor Didático: Uma Perspectiva Alinhada à BNCC	Realizado através de uma pesquisa do tipo pesquisa-ação feita com professoras com objetivo de analisar as sugestões sobre seu uso em sala de aula	Gabriel da Silva Leal, Adriana Vieira dos Santos
Estudo do Potencial da Utilização de Resíduos Orgânicos em Colégios de Ensino Médio para Geração de Biogás e Biofertilizantes: Impactos no Ensino de Biologia, Física e Química em Atividades de Laboratório	Este projeto teve como objetivo desenvolver e contribuir com os desafios relacionados à obtenção de energia e áreas afins, como também estimular o pensamento crítico e consciente sobre os recursos naturais. O diferencial desse trabalho foi que além de abordar matérias como biologia, física, química também foi possível inserir nas aulas de matemática, geografia, artes, português e pensamento computacional com conteúdos relacionados aos biodigestores.	Ricardo Morel Hartmann, Elis Padilha Teixeira, Diego Moraes Flores, Brenda Santana de Almeida, Andréia Cristina Furtado

Fonte: Produzido pela autora

A análise dos estudos apresentados na Tabela 1 evidencia uma convergência quanto ao potencial interdisciplinar do biodigestor. Embora os trabalhos apresentem diferentes estratégias metodológicas, observa-se predominância da articulação entre conteúdos de Química, Física e Biologia, associada à problematização de questões ambientais. Também se destaca a participação ativa dos estudantes na construção, observação ou discussão dos protótipos, indicando que o biodigestor pode funcionar não apenas como objeto demonstrativo, mas como elemento articulador de práticas investigativas e contextualizadas.

2.3 A contextualização no Ensino de Ciências

Conforme postula Chassot (2003), a alfabetização científica significa explicar os conhecimentos sistematicamente assimilados da natureza que conhecemos, a qual chamamos de "ciência", e consequentemente dar sentido aos conteúdos lecionados, e assim tirar a cortina de fumaça chamada dificuldade, integrando fenômenos que possibilitem ver na realidade fatos importantes que muitas vezes são explicados somente na teoria, e por consequência contribuir para a materialização de conteúdos de disciplinas tidas como difíceis.

Pensando ainda na tarefa de educador, pode-se atribuir outras consequências advindas da alfabetização científica, como sugere Mariote *et. al* (2026) o uso de uma ferramenta metódica, a saber os biodigestores, têm a capacidade de poder "assumir múltiplas funções: como instrumentos de ensino interdisciplinar, recursos de educação científica, tecnologias sociais e ferramentas de engajamento comunitário".

Conforme define Libâneo (2002), interdisciplinaridade "é uma atitude frente ao processo do conhecimento, seja na pesquisa seja no ensino. É confluência de saberes para compreender melhor a complexidade do mundo."

Portanto, o ensino interdisciplinar promove a fusão de conhecimento e desconstrói o muro que segrega as ciências, mostrando que mesmo sendo separadas por áreas, em muitos momentos se encontram como rios de conhecimento que podem corroborar para a formação de cidadãos que consigam contribuir de forma consciente e inteligente para a sociedade. Desta forma,é possível usar o conhecimento para criação de tecnologias para

benefício da sociedade ou até mesmo reinventá-las, criar melhores alternativas que possam viabilizar o avanço sustentável da sociedade.

3. METODOLOGIA

A pesquisa caracteriza-se como um estudo de natureza qualitativa, desenvolvido por meio de revisão bibliográfica, com caráter descritivo e exploratório. O levantamento bibliográfico foi realizado mediante consulta ao Google Acadêmico, SciELO e Portal de Periódicos da CAPES, buscando trabalhos relacionados à utilização de biodigestores como recurso didático, à Educação Ambiental e aos processos envolvidos na digestão anaeróbia.

Foram empregados termos de busca relacionados ao objeto da pesquisa, incluindo “biodigestão anaeróbia”, “biogás”, “biodigestor”, “biodigestor e ensino de Ciências”, “biodigestor e Educação Ambiental” e “biodigestor didático”. Foram considerados documentos normativos e obras de referência relevantes à fundamentação pedagógica e científica da pesquisa.

Como critérios de inclusão, foram considerados artigos científicos, livros, dissertações, teses, documentos oficiais e trabalhos acadêmicos que abordassem: (i) os fundamentos da biodigestão anaeróbia; (ii) a produção de biogás e biofertilizante; (iii) a utilização de biodigestores no ambiente escolar; (iv) a Educação Ambiental; (v) a contextualização e interdisciplinaridade no ensino de Ciências. Foram excluídos materiais sem relação direta com o objeto do estudo e documentos cujo conteúdo não contribuísse para responder aos objetivos estabelecidos.

Após a seleção, os materiais foram analisados qualitativamente e organizados em categorias temáticas: fundamentos da Educação Ambiental; biodigestão anaeróbia; utilização pedagógica dos biodigestores; interdisciplinaridade no ensino de Ciências; relação com competências e habilidades da BNCC; e desafios associados à implementação da proposta no ambiente escolar.

A partir da síntese dos conteúdos científicos e pedagógicos identificados na literatura, foi elaborado um folder educativo com informações sobre o funcionamento do biodigestor e os principais processos físicos, químicos e microbiológicos envolvidos. O

material foi desenvolvido com a finalidade de constituir um recurso complementar para atividades de Educação Ambiental e ensino de Ciências.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Os biodigestores como recurso didático

De acordo com os projetos desenvolvidos e aplicados por Oliveira et al. (2018) e Hartmann et al. (2023), que envolveram a construção de biodigestores para a geração de gás metano e o reaproveitamento de resíduos orgânicos, foram relatados resultados relacionados à participação ativa dos estudantes no planejamento e na construção dos modelos. Essas experiências também possibilitaram aos alunos observar e interpretar os fenômenos envolvidos no funcionamento dos biodigestores, estabelecendo relações com conhecimentos trabalhados nas disciplinas de Física, Química e Biologia.

Embora os dois trabalhos utilizem o biodigestor como ferramenta pedagógica, suas contribuições precisam ser compreendidas a partir dos contextos em que foram desenvolvidos. A construção e o acompanhamento dos protótipos aproximaram os conhecimentos científicos de uma situação prática, permitindo que os estudantes observassem fenômenos relacionados à atividade dos microrganismos, às transformações da matéria, à produção de gases e ao aproveitamento energético dos resíduos. Dessa forma, os conteúdos das Ciências da Natureza deixaram de ser apresentados somente de maneira abstrata e passaram a ser mobilizados para compreender o funcionamento de uma tecnologia associada a um problema ambiental real.

Os trabalhos também desenvolveram uma abordagem ambiental e socioeconômica por meio do tema do biogás. Os resultados e as observações realizadas durante as atividades foram discutidos em sala de aula e no laboratório, criando um ambiente de aprendizagem que envolveu tecnologia, energia renovável, tratamento de resíduos e suas relações com a sociedade. A participação dos estudantes no planejamento, na construção e na apresentação dos projetos demonstra que o biodigestor pode favorecer uma aprendizagem baseada na investigação e na participação ativa.

A participação e a socialização dos estudantes não devem ser consideradas, isoladamente, como comprovação de aprendizagem conceitual. Esses aspectos constituem resultados educacionais relevantes, pois indicam envolvimento, comunicação

e aproximação entre teoria e prática, mas a análise da aprendizagem exige instrumentos específicos, como questionários, registros, relatórios ou comparações entre conhecimentos anteriores e posteriores às atividades.

A articulação entre experimentação, investigação e discussão dos resultados pode contribuir para ampliar o olhar dos estudantes sobre as questões ambientais. Ao participarem das etapas dos projetos, os alunos deixam de ocupar apenas a posição de receptores de informações e passam a atuar na construção, na observação e na interpretação do fenômeno estudado. Essa participação pode favorecer a compreensão de que as ações humanas interferem no ambiente e que determinadas tecnologias podem auxiliar no tratamento e no reaproveitamento dos resíduos produzidos pela comunidade.

Por sua vez, o trabalho realizado por Pires, Zdradek e Moura (2023) teve como objetivo propor a aplicação de metodologias ativas por meio da construção de biodigestores didáticos em aulas práticas, apresentando possibilidades para o desenvolvimento de atividades interdisciplinares. A proposta do plano de ensino foi direcionada às disciplinas da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, buscando identificar os conhecimentos prévios dos estudantes e verificar a assimilação dos conhecimentos após a realização das atividades.

Diferentemente dos projetos de Oliveira *et al.* (2018) e Hartmann *et al.* (2023), que apresentaram experiências desenvolvidas e aplicadas, o trabalho de Pires, Zdradek e Moura (2023) possui caráter propositivo. Portanto, suas contribuições estão principalmente na organização de uma possibilidade metodológica para o ensino, e não na apresentação de resultados diretamente observados junto aos estudantes. Essa diferença é relevante, pois os projetos aplicados permitem discutir os resultados relatados durante a experiência, enquanto a proposta didática permite analisar suas potencialidades de aplicação, que ainda dependem das condições concretas de cada contexto escolar.

Apesar dessa diferença metodológica, os trabalhos apresentam contribuições complementares. Enquanto Oliveira et al. (2018) e Hartmann et al. (2023) demonstram como o biodigestor foi utilizado em experiências práticas, Pires, Zdradek e Moura(2023) contribuem com uma organização pedagógica voltada à aplicação de metodologias ativas e à integração das Ciências da Natureza. Em conjunto, esses estudos mostram que o biodigestor pode ser utilizado tanto como protótipo experimental quanto como tema organizador de atividades interdisciplinares.

Nesse sentido, o manejo desses recursos de ensino pode contribuir para a promoção da Educação Ambiental, desde que não se limite à demonstração do funcionamento do equipamento. É necessário relacionar o biodigestor à produção e ao descarte dos resíduos orgânicos, à geração de energia renovável, às possibilidades de aproveitamento do digestato e às limitações dessa tecnologia. Dessa forma, a Educação Ambiental pode favorecer a construção de uma consciência socioambiental crítica, ao mesmo tempo que os conteúdos curriculares são trabalhados de forma articulada entre diferentes áreas do conhecimento.

4.2 Os biodigestores e a relação com a BNCC

Sistematizar temas geradores, conteúdos, habilidades e competências previstos pela BNCC visando o desenvolvimento do aluno é uma maneira de reconhecer o impacto de suas atitudes na sociedade e no seu ecossistema. Assim sendo, a tabela 2 apresenta a relação dos possíveis temas geradores através do uso de um biodigestor; os conteúdos relacionados e quais fenômenos principais que estão dentro desses temas, além de classificar as competências e habilidades que se encaixam em cada área de abordagem segundo a BNCC:

***Tabela 2: A relação entre os temas geradores e as competências e habilidades da BNCC*(2018).**

Tema gerador	Conteúdo	Fenômenos	Competência	Habilidades
Poluição ambiental (hídrica e atmosférica, efeito estufa)	Lei dos gases ideais, densidade gasosa e mistura, solubilidade dos gases	Aproveitamento de resíduos orgânicos e produção de gás.	Competência 1: Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas interações e relações entre matéria e energia.	(EM13CNT101) Analisar e representar, com ou sem o uso de dispositivos e de aplicativos digitais específicos, as transformações e conservações em sistemas que envolvam quantidade de matéria, de energia e de movimento que priorizem o desenvolvimento sustentável, o uso consciente dos recursos naturais e a preservação da vida em todas as suas formas.
Produção de energia limpa	Biomassa, energias alternativas,	Biodigestão e fermentação		(EM13CNT106) Avaliar, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos

	termoquímica,			digitais, tecnologias e possíveis soluções para as demandas que envolvem a geração, o transporte, a distribuição e o consumo de energia elétrica.
Comportamento do gás	Transmissão de calor, Dilatação de gases	Observação do calor fornecido pela luz solar e o comportamento do gás		(EM13CNT103) Utilizar o conhecimento sobre as radiações e suas origens para avaliar as potencialidades e os riscos de sua aplicação em equipamentos de uso cotidiano, na saúde, no ambiente, na indústria, na agricultura e na geração de energia elétrica.
Atividade microbiana	Morfologia e fisiologia das bactérias, microbiologia de alimentos	Classificação de bactérias e fermentação	Competência 2: Utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos.	(EM13CNT203) Prever efeitos de intervenções nos ecossistemas, e no corpo humano, com base nos mecanismos de manutenção da vida, nos ciclos da matéria e suas transformações.

Fonte: Produzido pela autora (2026)

Pode-se perceber que habilidades e competências previstas pela BNCC são elementos que estão ligados às necessidades contemporâneas da sociedade, assim como as urgências climáticas, a preservação da vida e o desenvolvimento sustentável. O uso de metodologias alternativas aliadas à BNCC proporcionam habilidades únicas aos discentes como, por exemplo, propor soluções para às demandas que envolvam a geração de energia de forma sustentável.

Utilizando-se como tema gerador a poluição ambiental, pode-se utilizar os biodigestores como uma tecnologia para a produção sustentável de energia através da reciclagem de dejetos de animais ou restos de verduras e hortaliças que podem causar eutrofização, mau cheiro, contaminação de patógenos e vetores de doenças ao serem descartados ao meio ambiente.

Esta forma de contextualização fornece uma perspectiva valiosa que ajuda a melhorar o processo de ensino-aprendizado em sala de aula. Esta metodologia ativa traz possíveis soluções ecológicas e de saúde pública, que vai ao encontro da habilidade EM13CNT101, que descreve de forma técnica a formação de uma sociedade consciente.

Estas questões problematizadoras geram discussões de ideias, pensamento reflexivo sobre aspectos físicos e socioambientais, permitindo assim formular e questionar conceitos que despertam a curiosidade e o interesse do discente. Este método de ensino é apresentado na habilidade EM13CNT106, que prevê a utilização de tecnologias possíveis para a geração de energia.

4.3 Produto educacional

As Figuras 1 e 2 apresentam, respectivamente, informações sobre o potencial do biodigestor e seu funcionamento, constituindo recursos visuais que podem auxiliar na contextualização dos conteúdos de Ciências. O produto educacional foi elaborado para tornar conhecimentos técnicos sobre biodigestão mais acessíveis ao ambiente escolar, reunindo conceitos, imagens, esquemas e equações em uma sequência visual.

Figura 1- Do lixo à produção de energia sustentável: conheça o poder do biodigestor.



Fonte: Elaborado pela autora (2026).

Figura 2- Funcionamento de um biodigestor.



Fonte: Elaborado pela autora (2026).

O público do material compreende professores, estudantes e membros da comunidade. A linguagem empregada busca favorecer a compreensão inicial do tema sem eliminar os conceitos científicos necessários para explicar o processo. Nesse sentido, o folder realiza uma mediação didática, pois seleciona e reorganiza conhecimentos acadêmicos sobre o biodigestor para apresentá-los de forma mais adequada ao contexto educacional.

A primeira figura apresenta o biodigestor como alternativa para a gestão dos resíduos, destacando seu conceito, sua função e os produtos gerados. A segunda figura relaciona a tecnologia ao problema ambiental e apresenta exemplos de transformações ocorridas durante a digestão anaeróbica. Ao final, o material evidencia o potencial do biodigestor como tema gerador para integrar Química, Física, Biologia e Educação Ambiental.

O folder pode ser utilizado antes da aula, para levantar conhecimentos prévios; durante a abordagem do conteúdo, como apoio visual; ou depois das atividades, como instrumento de síntese e revisão. Também pode apoiar oficinas, feiras de Ciências e projetos relacionados à sustentabilidade.

4.4 Desafios da aplicação da metodologia

Embora seja do ponto de vista de ensino uma ótima alternativa, devemos levar em consideração que a falta de formação técnica para um ensino interdisciplinar com o

uso de tecnologias, como é o caso do biodigestor, inviabiliza a realização de práticas pedagógicas não tradicionais, como aponta Mariote *et. al.* (2026)

Além do desconhecimento para a integração entre tecnologias inovadoras e o ensino, há a falta de recursos nas instituições escolares, o que dificulta o processo de ensino e aprendizagem através do uso dessas metodologias de ensino (Mariote *et.al* (2026).

A adoção de estratégias didáticas alternativas abre espaço para o desenvolvimento prático e científico de temas que, rotineiramente, ficavam restritos às aulas expositivas tradicionais (Pires; Zdradek; Moura, 2023). Desse modo, o desenvolvimento de ferramentas educacionais costuma ter como ponto de partida demandas reais e contemporâneas, a exemplo da crise energética e do aquecimento global.

A contextualização dessas situações-problema ganha forma em atividades como a representada na Figura 3. Nela, observa-se o desenvolvimento de uma aula experimental voltada à temática da biodigestão, onde a construção de protótipos funcionais serve como ponto de partida para discussões reflexivas sobre sustentabilidade e ciência aplicada.

Figura 3: Modelo de aula teórico-experimental



Fonte: Gerada por Microssoft Copilot, 2026, a partir do comando: “aula na educação básica utilizando biodigestor em estilo cartoon"

Entretanto, a formação de professores é outro problema que dificulta o uso destas metodologias ativas, pois estes não são instigados à lecionar com esta abordagem educacional. A execução de projetos acadêmicos nos cursos de licenciaturas voltados para à educação ambiental em escolas públicas urbanas e rurais, propiciam a construção de saberes interdisciplinares por parte dos estudantes, ao mesmo tempo em que enriquece a formação dos graduandos como futuros docentes.

5 CONCLUSÃO

A revisão bibliográfica realizada permitiu identificar que o biodigestor apresenta potencial para ser utilizado como recurso didático-pedagógico no ensino de Ciências e na Educação Ambiental, uma vez que seu funcionamento possibilita a abordagem contextualizada de diferentes fenômenos físicos, químicos e microbiológicos.

Os trabalhos analisados demonstram possibilidades de articulação entre conteúdos de Química, Física e Biologia, envolvendo temas como transformações da matéria, digestão anaeróbia, atividade microbiana, produção de gases, energia, temperatura, pressão, sustentabilidade e aproveitamento de resíduos orgânicos. Essa característica favorece uma abordagem interdisciplinar e permite estabelecer relações entre conhecimentos científicos e questões socioambientais presentes no cotidiano dos estudantes.

A análise também evidenciou que a utilização pedagógica de biodigestores pode contribuir para a discussão de competências e habilidades previstas na BNCC, especialmente aquelas relacionadas às transformações da matéria e da energia, ao desenvolvimento sustentável e à análise dos impactos das atividades humanas sobre o ambiente.

Como produto educacional, foi elaborado um folder contendo informações sobre o funcionamento do biodigestor e os processos associados à biodigestão anaeróbia. O material pode ser utilizado como recurso complementar em atividades de ensino de Ciências e Educação Ambiental.

Entretanto, a literatura analisada também aponta desafios para a implementação dessas propostas, entre eles a disponibilidade de recursos materiais, a formação docente e a necessidade de planejamento de atividades interdisciplinares. Além disso, por se tratar de uma pesquisa bibliográfica, este trabalho não avaliou diretamente a aplicação do produto educacional junto aos estudantes.

Dessa forma, conclui-se que o biodigestor caseiro apresenta potencial como elemento articulador entre conhecimentos científicos, sustentabilidade e Educação Ambiental. Recomenda-se, para estudos futuros, a aplicação e avaliação do produto educacional em turmas da Educação Básica, permitindo investigar sua contribuição para a aprendizagem e para o desenvolvimento da consciência ambiental dos estudantes.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMARAL, Cecília Maria Costa do. *et al*. Biodigestão anaeróbia de dejetos de bovinos leiteiros submetidos a diferentes tempos de retenção hidráulica. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.34, n.6, p.1897-1902, 2004. Disponível em: https://www.scielo.br/j/cr/a/mQzHtkZ3CQpT7NcHsmnvB6C/?lang=pt .Acesso em: 03, Março. 2026.

ANA, Orrico; JORGE. Júnior; MARCO, Júnior, 2007.Caracterização e biodigestão anaeróbia dos dejetos de caprinos. **Engenharia Agrícola**,São Paulo, v.27, n.3, p.639-647, set./dez. 2007. Disponível .https://www.scielo.br/j/eagri/a/4zQNhk5RgfbfK8TB3YvqV8s/?lang=pt . Acesso em 03, março. 2026.

AZEVEDO, Flávia Garrett. **Estudo das condições ambientais para produção de Biogás a partir de glicerol co-produto do Biodiesel.** 2010. 88 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química), Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2010. Dísponível em: https://repositorio.ufpe.br/bitstream/123456789/6143/1/arquivo160_1.pdf . Acesso em: 25, Abril. 2026.

BRASIL. Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999. Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências. **Diário Oficial da União**: Seção 1, Brasília, DF, p. 11, 28 abr. 1999. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9795.htm. Acesso em: 28 set. 2025.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, DF: MEC, 2018. Disponível em:https://cdn.mec.gov.br/basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf Acesso em: 02 maio. 2026.

CARTAXO, Amanda da Silva; LEITE, Vanderlei Duarte; ALBUQUERQUE, Maria Virgínia; LOPES, Wilton Silva;CARTAXO,Mailson Augusto.Biodigestor Caseiro Como Ferramenta Metodológica Para O Ensino De Educação Ambiental Nas Escolas. **Revista gestão e sustentabilidade ambiental**,Florianópolis, v. 9, n. 2, p. 214-230, abr/jun. 2020. Disponívelem:<https://portaldeperiodicos.animaeducacao.com.br/index.php/gestao_ambiental/article/view/7928/5200>. Acesso em : 14 de março 2026

CHARLES, W.; WALKER, L.; CORD-RUWISCH, R. Effect of pre-aeration and inoculum on the start-up of thermophilic anaerobic digestion of organic solid waste. **ScienceDirect**, Austrália, v. 100, n. 8, p. 2329-2335, abr. 2009. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0960852408010262 . Acesso em: 20 Fev. 2026

CHASSOT, Attico. Alfabetização científica: uma possibilidade de para a inclusão social. **Revista Brasileira de Educação**, Rio de Janeiro, n. 22, p. 89-100, abr. 2003. Disponível em: https://www.scielo.br/j/rbedu/a/gZX6NW4YCy6fCWFQdWJ3KJh/?format=pdf&lang=pt. Acesso em: 22 maio 2026.

CHERNICHARO, C. A. L. Reatores anaeróbios. Belo Horizonte: DESA-UFMG. 245 p.

DAGNINO, R. **Tecnologia social: contribuições conceituais e metodológicas**. Florianópolis: Insular, 2014. *E-book.*

FERREIRA, Luiz Eduardo. **Análise comparativa energética e econômica do etanol e do biogás em cenários rurais familiares**. 2022. 83 f. Trabalho de Graduação (Engenharia Mecânica) – Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista (Unesp), Guaratinguetá, 2022. Disponível em: https://repositorio.unesp.br/server/api/core/bitstreams/1e11d917-c9c5-431e-939b-9f51fbb2e99f/content . Acesso em: 28 out. 2026.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da indignação**: cartas pedagógicas e outros escritos. São Paulo: Editora UNESP, 2000.

GUIMARÃES, Mauro. **A formação de educadores ambientais.** 3. ed. Papirus Editora, 2004.

HARTMAN, Ricardo Morel *et. al.* https://www.ibeas.org.br/conresol/conresol2023/III-016.pdf . ESTUDO DO Potencial Da Utilização De Resíduos Orgânicos em Colégios de Ensino Médio para Geração de Biogás e Biofertilizantes: Impactos No Ensino de Biologia, Física e Química em Atividades De Laboratório. In: 6° CONGRESSO SUL-AMERICANO DE RESÍDUOS SÓLIDOS E SUSTENTABILIDADE. 2023, Foz do Iguaçu, PR. Anais eletrônicos[...]. Paraná: IBEAS, 2023. Dísponivel : https://www.ibeas.org.br/conresol/conresol2023/III-016.pdf . Acesso em : 20, Jun. 2026.

LEAL, Gabriel da Silva; SANTOS, Adriana Vieira dos. **Abordagem CTSA na construção de um biodigestor didático**: uma perspectiva alinhada à BNCC. 2022. **UFCAD**. 1-11. Disponível em:https://www.even3.com.br/anais/iiicecifopufcat2022/473071-abordagem-ctsa-na-construcao-de-um-biodigestor-didatico--uma-perspectiva-alinhada-a-bncc/ Acesso em: 21 abr. 2026.

LIBÂNEO, José Carlos. **Didática**. São Paulo: Cortez, 1994. Disponível em: https://praxistecnologica.wordpress.com/wp-content/uploads/2014/08/libaneo_didatica_ed_do_autor.pdf. *E-book.* Acesso em: 22 maio 2026.

MACEDO, Carla Fernandes; SIPAÚBA-TAVARES, Lúcia Helena. Eutrofização e qualidade da água na piscicultura: consequências e recomendações. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 36, n. 2, p. 149-163, 2010. Disponível em : https://institutodepesca.org/index.php/bip/pt_BR/article/view/911/892 . Acesso em 27 de Julh, 2026.

MARIOTE, Silvana *et. al*. Biodigestores na escola: um estado da arte sobre educação ambiental e sustentabilidade na educação básica. **Rebena**. V.14, p. 152-163, Jan/2026. Disponível em : https://rebena.emnuvens.com.br/revista/article/view/476 . Acesso em : 08 Jan. 2026.

MATOS, Ferreira Camila.**Produção de Biogás e Biofertilizante a Partir de Dejetos de Bovinos, sob Sistema Orgânico e Convencional de Produção.**2016.Dissertação: Mestrado em Ciências.Universidade Federal Rural Do Rio De Janeiro,Seropédica, Rio de Janeiro, 2016.Disponível em:https://rima.ufrrj.br/jspui/handle/20.500.14407/13266 .Acesso em 23 Abril.2026.

OLIVEIRA, A. et al. Biodigestor caseiro aplicado a produção de biofertilizante a partir de biomassa bovina. **Scientia-Amazonia** ,Marabá, v.8, n1. E14-E19, 2019. Disponível em: https://scientia-amazonia.org/wp-content/uploads/2018/12/v.-8-n.1-E14-E19-2019.pdf . acesso em 06 de Junho.

OLIVEIRA, Haroldo G. *et al*. Energia, Sociedade e Meio Ambiente no Desenvolvimento de Um Biodigestor: a Interdisciplinaridade e a Tecnologia Arduino para Atividades Investigativas. **Química nova na escola**, São Paulo, v. Vol. 40, N° 3, p. 144-152, Agosto.2018. Disponível em: https://qnesc.sbq.org.br/online/artigos/03-QS-68-17.pdf . Acesso em: 21 abr. 2026.

PIRES, Daniel de Sousa; ZDRADEK, Cristiane Pereira; MOURA, Paulo Rogério Garcez de. **Proposição de um plano de ensino para a construção de modelos de biodigestores didáticos**.Vila Velha: Edifes, 2023. *E-Book.*

REIGOTA, Marcos. **O que é educação ambiental**. 2. ed. São Paulo: Brasiliense, 2017.

RIZZONI, L. B.; TOBIAS, A. C. T.; DEL BIANCHI, M.; GARCIA, J. A. D. Biodigestão anaeróbia no tratamento de dejetos de suínos. **Revista Científica Eletrônica De Medicina Veterinária**, Alfenas, p.7-8, 2012. Dísponível em :https://faef.revista.inf.br/imagens_arquivos/arquivos_destaque/W34ebZOEZuzvEvG_2013-6-28-18-12-37.pdf . Acesso em: 15 de abril. 2026.

SANTOS, Wildson. L. P. dos; MORTIMER, Eduardo Fleury. A dimensão social do ensino de química: um estudo exploratório da visão de professores. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 2., 1999, Valinhos. **Anais eletrônicos**[...]Valinhos: ABRAPEC, 1999. Disponível em.: https://fep.if.usp.br/~profis/arquivo/encontros/enpec/iienpec/Dados/trabalhos/A57.pdf.Acesso em: 08 Mar, 2026.

SCHULTZ, Emerson Léo; SOARES,Itânia Pinheiro. **Reforma do biogás – revisão**. Brasília: Embrapa, 2014. p. 9.(13)Revista Research Gate.Disponível em:https://www.researchgate.net/publication/270579277_Reforma_do_biogas_-_revisao . Acesso em: 25 Fev.2026.

SIQUEIRA, Jessé. **Co-Digestão de Glicerina Bruta Associada a Esterco Bovino na Produção de Biogás.**2012. Dissertação, (Mestrado em Bioenergia)-Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Toledo, 2012. Dísponível em: https://tede.unioeste.br/handle/tede/1807#preview-link0 . Acesso em: 20, abril. 2026.

SUAREZ, Ferreyra Dante;DEPRAECT, García Octavio ; MUÑOZ, Castro Roberto.A review on fungal-based biopesticides and biofertilizers production. **Revista Elsevier.** V.283. pg 1-18, Agos/2024.Disponível em : https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0147651324010212. Acesso em: 03 Fev.2026.

TAVARES, Romero *et al*. Aprendizagem significativa. **Revista conceitos**, v. 10, n. 55, p. 55-60, 2004.Disponível em: Scholar Google. Acesso em 02, abril. 2026.

TCHOBANOGLOUS, G.; THEISEN, H.; VIGIL, S. Integrated solid waste management: engineering principles and management issues. USA: McGraw-Hill, 1993.

TONISSI, Rafael Henrique *et. al.*;. Degradabilidade ruminal da matéria seca e proteína bruta, e tempo de colonização microbiana de oleaginosas, utilizadas na alimentação de ovinos. Revista Acta Scientiarum, Animal Sciences, Maringá, v. 33, n. 4, p. 373-378, 2011. Disponível em : https://www.scielo.br/j/asas/a/ySmXNntWjVTXSQHsLjcfv7b/?lang=pt . Acesso em 05, mar. 2026.

VIRIATO, Crisiãcnne Lemos *et. al.*. Influência da granulometria e da concentração de sólidos totais na codigestão anaeróbia de resíduos orgânicos. **Revista de Estudos Ambientais,** v. 17, n. 1, p. 6–15, 2015. Disponível em: https://ojsrevista.furb.br/ojs/index.php/rea/article/view/4521 . Acesso em: 20 Mar. 2026.