

CONSTRUÇÃO DE BIODIGESTOR PARA O ENSINO DA QUÍMICA VERDE E SUSTENTÁVEL NA FORMAÇÃO DE PROFESSORES

José A. M. de Araújo¹, Weslley F. T. da Silva², José G. G. Queiroz³, Jaelson M. Martins⁴, Afonso S. Jacinto⁵, Queli A. R. de Almeida⁶, Carlos Alberto da Silva Júnior⁷

¹IFPB Campus Sousa, jose.araujo.4@academico.ifpb.edu.br, ²IFPB Campus Sousa, weslley.felipe@academico.ifpb.edu.br, ³IFPB Campus Sousa, queiroz.guilherme@academico.ifpb.edu.br, ⁴IFPB Campus Sousa, jaelson.martins@academico.ifpb.edu.br, ⁵IFPB Campus Cajazeiras, afonso.serafim@ifpb.edu.br, ⁶IFRJ Campus Duque de Caxias, queli.passos@ifrj.edu.br, ⁷IFPB Campus Sousa, carlos.alberto@ifpb.edu.br

Palavras-Chave: Química Verde, Resíduos, Sustentabilidade.

Introdução

Diante das crescentes demandas socioambientais do século XXI, é importante repensar as práticas educativas, especialmente no Ensino de Química/Ciências, de forma a integrá-las aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável - ODS (Sousa *et al.*, 2020; Silva *et al.*, 2023; Andrade; Zeidler, 2023). O Ensino da Química, especialmente nos cursos de formação de professores, deve assumir um papel principal na sensibilização de cidadãos críticos e conscientes dos impactos de suas ações sobre o ambiente (Sandri *et al.*, 2025). Nesse contexto, a Química Verde (QV), proposta por Anastas e Warner (2025), surge como um enfoque inovador, orientado pela prevenção da poluição, pela redução do uso de substâncias perigosas e pelo aproveitamento racional dos recursos naturais (Lenardão *et al.*, 2003).

Apesar de sua relevância, estudos apontam que a QV ainda ocupa um espaço marginal nos currículos dos cursos de licenciatura em Química no Brasil (Almeida *et al.*, 2019; Vaz *et al.*, 2024). Tal lacuna compromete a formação inicial de professores, dificultando a incorporação de abordagens sustentáveis e interdisciplinares no contexto escolar. Diante disso, torna-se necessário desenvolver propostas didáticas que articulem os conteúdos da Química com problemáticas ambientais reais, valorizando metodologias ativas, o trabalho experimental e a contextualização dos saberes científicos.

Este trabalho tem como objetivo apresentar uma atividade prática desenvolvida com licenciandos em Química, no âmbito da formação inicial de professores, que consistiu na construção e operação de um biodigestor de baixo custo como ferramenta didático-pedagógica. O dispositivo, montado com materiais acessíveis como baldes, canos de PVC e resíduos - por exemplo, palha de cana-de-açúcar - foi projetado para demonstrar, de forma prática, os princípios da QV e sua aplicação na transformação de resíduos orgânicos em biogás e biofertilizante.

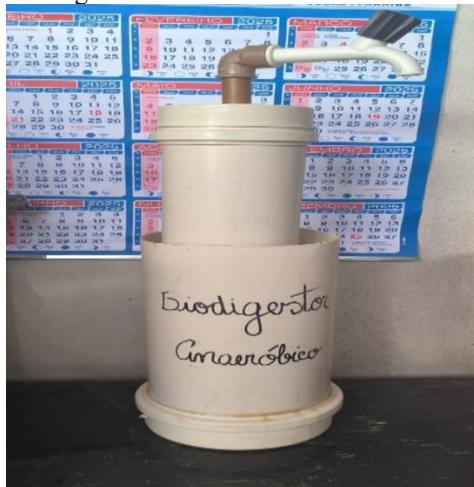
A presente proposta buscou, além da abordagem técnica-instrumental (Sandri; Santin Filho, 2019), promover reflexões pedagógicas sobre como práticas sustentáveis podem ser inseridas no Ensino de QV nas escolas públicas, especialmente em contextos rurais ou periféricos, onde há maior distância entre os conteúdos escolares e as vivências cotidianas dos estudantes (Da Silva Júnior *et al.*, 2023a). Dessa forma, o presente estudo visa socializar essa experiência didática a partir da articulação entre os princípios da QV e os desafios da formação de professores, evidenciando a importância de inserir práticas pedagógicas mais verdes nos currículos de licenciatura.

Metodologia

A presente pesquisa consiste em um estudo de natureza qualitativa (Massoni; Moreira, 2016; Mól, 2017), com abordagem experimental (Sousa *et al.*, 2020), cujo objetivo foi aplicar e analisar uma atividade didático-experimental envolvendo a construção e operação de um biodigestor em pequena escala, no contexto da formação inicial de professores de Química. Os dados aqui apresentados referem-se à aplicação prática do projeto com um grupo de dez licenciandos do curso de Licenciatura em Química de uma universidade pública, tendo como foco a observação de seu envolvimento e compreensão contextual sob a perspectiva da QV (Sandri; Santin Filho, 2019; Andrade; Zuin, 2023a, 2023b).

A atividade foi desenvolvida em ambiente de laboratório didático da própria instituição de ensino superior, onde os estudantes participaram ativamente de todas as etapas do experimento, desde a seleção e preparação dos materiais orgânicos até a montagem do equipamento e o monitoramento da produção de biogás. Conforme ilustrado na Figura 1, a construção do biodigestor foi realizada com materiais reutilizáveis e de baixo custo, com o intuito de reforçar o caráter sustentável e acessível da proposta. O equipamento apresentava volume total de oito litros, composto por duas câmaras interligadas: a primeira destinada ao armazenamento dos resíduos orgânicos e a segunda preenchida parcialmente com água, desempenhando a função de vedação e manutenção do ambiente anaeróbico.

Figura 1: Biodigestor construído com materiais de baixo custo.



Fonte: Autoria própria (2025).

Foram utilizados três tipos de resíduos orgânicos com diferentes composições químicas e potenciais de fermentação: bagaço de cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*), linguiça calabresa e milho (*Zea mays*). A escolha desses materiais levou em consideração a facilidade de obtenção, a diversidade de origem da matéria orgânica e a viabilidade de manipulação no contexto laboratorial, especialmente diante da impossibilidade de utilizar fezes animais por restrições sanitárias. Após a obtenção desses resíduos, os licenciandos organizaram os materiais em camadas de aproximadamente 10 cm dentro da câmara de resíduos, respeitando a ordem estabelecida para facilitar o processo de decomposição. Após a compactação leve das camadas, foram adicionados cerca de cinco litros de água na câmara superior, assegurando a separação física entre os compartimentos e criando o ambiente anaeróbico necessário para a atuação das bactérias metanogênicas (Aridi; Yehya, 2024).

A geração de biogás foi observada entre 10 e 20 dias, variando conforme a temperatura, mas o foco principal da análise foi a dimensão formativa da atividade (Andrade; Zuin, 2023a, 2023b). A partir de uma abordagem qualitativa, baseada em observações diretas e registros de campo, analisou-se a participação dos licenciandos, com ênfase em seu engajamento,

discussões conceituais e aplicação dos princípios da QV (Anastas; Warner, 2025) em um contexto socioambiental.

Resultados e Discussão

Como resultados, verificamos o êxito na construção de um biodigestor em pequena escala. Entre o 12º e o 18º dia foi possível observar a formação de biogás, comprovada pelo deslocamento da água na câmara de vedação, indicando pressão interna crescente e liberação de gases, especialmente metano (Aridi; Yehya, 2024). Também foi coletado o resíduo líquido resultante do processo, aplicado como biofertilizante em plantas da universidade, demonstrando, após algumas semanas, melhora em coloração e crescimento - reforçando a multifuncionalidade da proposta.

Quanto aos aspectos formativos da atividade, destacamos que os licenciandos participaram com entusiasmo, propondo hipóteses e levantando questionamentos sobre o funcionamento do sistema, conforme ilustrado na Figura 2.

Figura 2: Atividade experimental com os licenciandos de Química.



Fonte: Autoria própria (2025).

Durante as discussões, alguns participantes compartilharam experiências familiares: relataram já terem visto biodigestores sendo utilizados em sítios e pequenas propriedades rurais. Mencionaram que esses equipamentos são usados por parentes na produção de gás para cozinhar e também como alternativa ao uso de fertilizantes industriais. Esses relatos revelaram que, para muitos, o conteúdo abordado não era apenas conceitual, mas parte de um saber local, isto é, contextual (Andrade; Zuin, 2023a; 2023b; Da Silva Júnior *et al.*, 2024a; 2024b).

Esse tipo de vivência corrobora o papel do Ensino da QV contextualizado como eixo estruturante na formação docente (Da Silva Júnior *et al.*, 2023). Ao reconhecer e dialogar com os saberes prévios dos alunos - sejam científicos ou populares - o professor amplia o engajamento e a significância do conteúdo. Como defendem Sandri e Santin Filho (2019), um Ensino de QV verdadeiramente formativo deve partir das realidades concretas dos sujeitos. A prática com o biodigestor se alinha diretamente a essa perspectiva, pois mobilizou temas próximos à vida dos estudantes, ao mesmo tempo em que desenvolveu habilidades científicas e pedagógicas.

Esse alinhamento com o cotidiano dos licenciandos também contribui para a formação de professores mais críticos e conscientes do seu papel social (Zuin, 2011; Da Silva Júnior *et al.*, 2023). Eles passaram a vislumbrar a QV não como algo distante ou inacessível, mas como um campo do conhecimento que pode - e deve - servir à resolução de problemas reais, especialmente aqueles vividos em contextos de vulnerabilidade, como a escassez de energia e a contaminação ambiental.

A atividade também permitiu refletir conceitualmente sobre os princípios da QV, como a prevenção de resíduos e o uso de matérias-primas renováveis (Anastas; Warner, 2025). Esses princípios foram vivenciados de maneira prática, o que reforça o argumento de que a QV pode ser trabalhada de forma inclusiva e contextualizada, como defendem Da Silva Júnior *et al.* (2024a).

Destacamos que diversas pesquisas têm apontado caminhos para tornar o Ensino da QV mais acessível, especialmente para públicos com necessidades específicas. Ferraz *et al.* (2024) e Velozo *et al.* (2024) exploraram estratégias didáticas para o ensino da QV em Libras, utilizando recursos visuais e jogos educativos, enquanto Queiroz *et al.* (2024) defendem o uso de aulas potencialmente inclusivas na formação de professores. Embora nosso estudo não tenha envolvido estudantes com deficiência, ele dialoga com essa literatura ao propor um ensino socialmente inclusivo, ancorado nas realidades socioculturais dos estudantes - o que também é uma forma de inclusão (Souza *et al.*, 2022; Ferraz *et al.*, 2024; Queiroz *et al.*, 2024).

Por fim, a atividade suscita uma reflexão mais ampla sobre o potencial do Brasil no cenário das energias renováveis, especialmente no uso de biodigestores. O país possui ampla disponibilidade de resíduos orgânicos - vindos da agropecuária, da indústria alimentícia e dos resíduos urbanos - além de vastas áreas rurais e comunidades que poderiam se beneficiar diretamente dessa tecnologia. Estudos apontam que o Brasil tem condições de ser um dos líderes mundiais em energia limpa, especialmente se investir em formação técnica e científica alinhada à educação ambiental e ao desenvolvimento sustentável.

Nesse contexto, formar professores de Química/Ciências aptos para atuar com competência técnica, sensibilidade social e visão crítica é uma estratégia holística para impulsionar políticas públicas e ações comunitárias voltadas à sustentabilidade (Zuin, 2011; Machado, 2014; Da Silva *et al.*, 2022). Como educadores, esses licenciandos poderão futuramente multiplicar essa experiência em escolas, feiras de ciências, oficinas e práticas pedagógicas que unam ciência e transformação social.

Conclusões

Concluímos que o desenvolvimento do biodigestor anaeróbico promoveu a contextualização do tema na realidade local e estimulou a compreensão de conceitos relacionados à QV, como o uso de materiais renováveis e a segurança química (Anastas; Warner, 2025). Os dados obtidos evidenciam uma aprendizagem contextual por parte dos participantes (Andrade; Zuin, 2023a; 2023b), especialmente no que se refere ao funcionamento do sistema, à viabilidade de sua construção com baixo custo e à utilidade dos produtos gerados - biogás e biofertilizante.

Tendo em vista que a QV ainda é pouco abordada nos cursos de licenciatura em Química no Brasil (Almeida *et al.*, 2019; Vaz *et al.*, 2024), destacamos que esta pesquisa foi desenvolvida no contexto da formação inicial de professores, possibilitando a inserção de práticas pedagógicas sustentáveis e contribuindo para o desenvolvimento de competências docentes. Espera-se que experiências como esta sejam ampliadas, promovendo a integração entre sustentabilidade e formação docente de maneira efetiva, reflexiva e transformadora.

Agradecimentos

Ao IFPB, ao IFRJ, ao Green Maker Lab - Grupo de Pesquisa e Inovação em Química Verde, ao Verde Lab e aos estudantes que voluntariamente participaram da pesquisa.

Referências

ALMEIDA, Q. A. R. *et al.* Química Verde nos Cursos de Licenciatura em Química do Brasil: Mapeamento e Importância na Prática Docente. **Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemáticas**, v. 15, n. 34, p. 178–187, 2019.
<https://doi.org/10.18542/amazrecm.v15i34.6971>

ANASTAS, P. T.; WARNER, J. C. **Química Verde: Teoria e Prática**. Editora Unesp: São Paulo, 2025.

ANDRADE, R. S.; ZUIN, V. G. A Alfabetização Científica em Química Verde e Sustentável. **Educação Química en Punto de Vista**, v. 7, p. 1–15, 2023a.
<https://revistas.unila.edu.br/eqpv/article/view/3265>

ANDRADE, R. S.; ZUIN, V. G. Formative Dimensions for Green and Sustainable Chemical Education: A Qualitative Evaluation Tool of the Formative Level of Experimental Processes. **Journal of Chemical Education**, v. 100, n. 6, p. 2281–2291, 2023b.
<https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.3c00053>

ANDRADE, R. S.; ZEIDLER, V. G. Z. Proposições Acerca da Experimentação Formativa para Educação Química. **Ciência & Educação**, v. 29, p. 1-15, 2023.
<https://doi.org/10.1590/1516-731320230012>

ARIDI, R.; YEHYA, A. Anaerobic Biodegester Heating Sources: Analysis and Recommendations. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 202, p. 114700, 2024.
<https://doi.org/10.1016/j.rser.2024.114700>

DA SILVA JÚNIOR, C. A. *et al.* Química Verde e a Tabela Periódica de Anastas e Zimmerman: Tradução e Alinhamentos com o Desenvolvimento Sustentável. **Química Nova**, v. 45, n. 8, p. 1010-1019, 2022. <https://doi.org/10.21577/0100-4042.20170893>

DA SILVA JÚNIOR, C. A. *et al.* Promovendo a Argumentação em Escola Fazenda: Contribuições e Desafios para o Novo Ensino Médio no Brasil. **Revista da Sociedade Brasileira de Ensino de Química**, v. 4, n. 1, e042308, 2023a.
<https://doi.org/10.56117/resbenq.2023.v4.e042308>

DA SILVA JÚNIOR, C. A. *et al.* A Tabela Periódica da Química Verde e Sustentável na Perspectiva da Formação de Professores de Química: O Que, Como e Por Que Ensinar? In: **Química Verde: Propostas, Experiências de Ensino e Reflexões para a Formação de Professores**; SANDRI, M. C. M. *et al.* (Org.); Texto e Contexto: Ponta Grossa, p. 97–127, 2023b.

DA SILVA JÚNIOR, C. A. *et al.* Green Chemistry for all: Three Principles of Inclusive Green and Sustainable Chemistry Education. **Pure and Applied Chemistry**, v. 96, n. 9, p. 1299-1311, 2024a. <https://doi.org/10.1515/pac-2024-0245>

DA SILVA JÚNIOR, C. A. *et al.* The Role of the Periodic Table of the Elements of Green and Sustainable Chemistry in a High School Educational Context. **Sustainability**, v. 16, n. 6, p.1-22, 2024b. <https://doi.org/10.3390/su16062504>

FERRAZ, J. M. S. *et al.* Criação de Vídeos didáticos em Libras a partir da Metáfora da Bipirâmide Triangular (MBT) para o Ensino de Química Verde. **International Journal**

Education and Teaching (PDVL), v. 7, n. 3, p. 143-161, 2024.
<https://doi.org/10.31692/2595-2498.v7i3.397>

LENARDÃO, E. J. et al. “Green chemistry”: os 12 princípios da química verde e sua inserção nas atividades de ensino e pesquisa. **Química Nova**, v. 26, n. 1, p. 123-129, 2003.
<https://doi.org/10.1590/S0100-40422003000100020>

MACHADO, A. **Introdução às Métricas da Química Verde: Uma Visão Sistêmica**, 1^a ed.; Editora da UFSC: Florianópolis, 2014.

MASSONI, N. T.; MOREIRA, M. A. **Pesquisa Qualitativa em Educação em Ciências: Projetos, Entrevistas, Questionários, Teoria, Redação Científica**, 1^a ed.; Livraria da Física: São Paulo, 2016.

MÓL, G. S. Pesquisa Qualitativa em Ensino de Química. **Revista Pesquisa Qualitativa**, v. 5, n. 9, p. 495–513, 2017. <https://editora.sepq.org.br/rpq/article/view/140>

QUEIROZ, J. G. G. et al. Formação de Professores e Inclusão: Metáfora da Bipirâmide Triangular no Planejamento de Aulas Inclusivas de Química para Ouvintes e Surdos. **International Journal Education and Teaching (PDVL)**, v. 7, n. 3, p. 125-142, 2024.
<https://doi.org/10.31692/2595-2498.v7i3.396>

SANDRI, M. C. M.; SANTIN FILHO, O. Os Modelos de Abordagem Da Química Verde No Ensino de Química. **Educación Química**, v. 30, n. 4, p. 34-46, 2019.
<https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2019.4.68335>

SANDRI, M. C. M. et al. Os Tipos de Pesquisas sobre Ensino de Química Verde no Brasil e seus Objetivos. **Revista Insignare Scientia**, v. 8, n. 1, p. e14736, 2025.
<https://doi.org/10.36661/2595-4520.2025v8n1.14736>

SILVA, G. A. L. et al. Inserção da Química Verde no Ensino Visando uma Sociedade mais Sustentável. **Revista da Sociedade Brasileira de Ensino de Química**, v. 4, n.1, e042301, 2023. <https://doi.org/10.56117/resbenq.2023.v4.e042301>

SOUSA, A. C. et al. **Química Verde para a Sustentabilidade: Natureza, Objetivos e Aplicação Prática**, 1^a ed.; Appris: Curitiba, 2020.

SOUZA, N. S. et al. Inclusive Teaching in Organic Chemistry: A Visual Approach in the Time of Covid-19 for Deaf Students. **International Journal for Innovation Education and Research**, v. 10, p. 290-306, 2022. <https://doi.org/10.31686/ijier.vol10.iss1.3618>

VAZ, C. R. S. et al. A Adoção da Química Verde no Ensino Superior Brasileiro. **Química Nova**, v. 47, n. 3, p. e-20230117, 2024. <https://doi.org/10.21577/0100-4042.20230117>

VELOZO, M. C. S. et al. Rota Verde: um Jogo Educativo e Potencialmente Inclusivo para o Ensino de Química Verde para Surdos. **Química Nova na Escola**, v. 46, n. 4, p. 491–499, 2024. <http://dx.doi.org/10.21577/0104-8899.20160386>

ZUIN, V. **A Inserção da Dimensão Ambiental na Formação de Professores de Química**. 1^a ed.; Átomo: Campinas, 2011.