



INSTITUTO FEDERAL DA PARAÍBA – CAMPUS SOUSA  
DIRETORIA DE DESENVOLVIMENTO DE ENSINO  
DEPARTAMENTO DE EDUCAÇÃO SUPERIOR  
CURSO SUPERIOR DE LICENCIATURA EM QUÍMICA

JANAINA GOMES DA CRUZ

**PROPOSTA DE UM EXPERIMENTO DIDÁTICO: PRODUÇÃO DE BIODIESEL A  
PARTIR DO ÓLEO RESIDUAL DE FRITURA**

SOUSA - PB

2024

JANAINA GOMES DA CRUZ

**PROPOSTA DE UM EXPERIMENTO DIDÁTICO: PRODUÇÃO DE BIODIESEL A  
PARTIR DO ÓLEO RESIDUAL DE FRITURA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso Superior de Licenciatura em Química do Instituto Federal da Paraíba - Campus Sousa, como requisito para aprovação da disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II.

**ORIENTADOR:** Dr. Lech Walesa Oliveira Soares

SOUSA - PB

2024

## Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

C957p Cruz, Janaina Gomes da.  
Proposta de um experimento didático: produção de biodiesel a partir do óleo residual de fritura Janaina Gomes da Cruz, 2024.

51 p.: il.

Orientador: Prof. Dr. Lech Walesa Oliveira Soares.  
TCC (Licenciatura em Química) - IFPB, 2024.

1. Biocombustível. Biodiesel. 2. Óleo de fritura. 3. Proposta de atividade experimental. 4. Reação de Transesterificação. I. Título. II. Soares, Lech Walesa Oliveira.

IFPB Sousa / BC

CDU 54:37

Milena Beatriz Lira Dias da Silva - Bibliotecária CRB 15/964

## CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

Título: Proposta de Experimento Didático: Produção de Biodiesel a Partir do Óleo Residual de Fritura.

Autora: Janaina Gomes da Cruz.

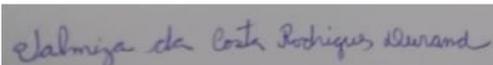
Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, Campus Sousa, como parte das exigências para a obtenção do título de Licenciado(a) em Química.

**Aprovado pela Comissão Examinadora em: 26/08/2024.**



**Dr. Lech Walesa Oliveira Soares**

IFRN – Campus Pau dos Ferros  
Professor Orientador



**Ma. Valmiza da Costa Rodrigues Durand**

IFPB – Campus Sousa  
Examinadora 1



**Me. Samuel Guedes Bitu**

IFPB – Campus Sousa  
Examinador 2

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente, quero expressar minha gratidão a Deus por tudo o que me proporcionou e continua a me proporcionar ao longo da minha vida, por me dar a força e coragem para seguir em frente.

Quero dedicar um agradecimento especial à minha mãe Francisca Gomes da Silva, cuja presença e apoio foram inabaláveis ao longo de toda essa jornada. Sua dedicação incansável e seu apoio incondicional foram fundamentais para que eu pudesse continuar em busca dos meus objetivos. Este diploma não é apenas uma conquista minha, mas também um reflexo do seu esforço e sacrifício. Ao meu irmão Pedro Henrique Gomes que incansavelmente não mediu esforços para que tudo desse certo na minha vida acadêmica.

Ao meu marido Jonatas Cesar de Sá, minha profunda gratidão por sua compreensão e apoio durante este período intenso. Sua disposição para dividir responsabilidades e seu apoio constante foram fundamentais para que eu pudesse focar e concluir este trabalho com sucesso.

Gostaria de dedicar um agradecimento especial ao meu padrasto Francisco Santino Pereira, cuja presença e apoio foram inestimáveis. Mesmo após seu falecimento, sua influência positiva ainda ressoa em minha vida. Lembro-me com carinho do quanto ele esteve presente, apoiando-me em momentos difíceis. Seu amor, dedicação e sacrifício são lembrados com profunda gratidão e saudade.

A meu orientador, Prof. Dr. Lech Walesa Oliveira Soares. Agradeço sinceramente pelo seu comprometimento, paciência e dedicação ao longo deste processo. Seus conselhos valiosos foram fundamentais para moldar a qualidade do meu trabalho e para meu crescimento acadêmico e pessoal. Sua disponibilidade e disposição para me apoiar em cada etapa do processo foram inestimáveis.

A todos os meus professores, que, de maneira direta ou indireta, desempenharam um papel crucial na minha trajetória acadêmica. Sem a influência positiva de cada um de vocês, esta conquista não teria sido possível.

Aos meus colegas de sala, meu sincero agradecimento pela companhia e suporte durante esta jornada. Compartilhar esta experiência com vocês foi fundamental.

Agradeço ao Instituto Federal da Paraíba (IFPB), assim como a todo o corpo docente e aos funcionários que desempenharam um papel fundamental na minha formação acadêmica.

A todos vocês, minha mais profunda gratidão. Cada um desempenhou um papel importante nesta conquista, e sou verdadeiramente grata por todo o apoio e encorajamento recebido.

## RESUMO

A situação climática global é hoje uma grande preocupação. A substituição dos combustíveis fósseis por biocombustíveis é uma das formas de reduzir a poluição atmosférica. Esses combustíveis podem ser obtidos, por exemplo, pela conversão do óleo vegetal usado para frituras em biodiesel. Além das matérias-primas utilizadas na produção desse biocombustível serem renováveis e a tecnologia de produção ser econômica, o que contribui para a redução do descarte de óleo usado. Este tópico leva à discussão de diferentes conceitos e mostra a importância dessa abordagem na escola. O objetivo deste trabalho foi planejar uma proposta de atividade experimental relacionada à produção de biodiesel como estratégia de aprendizagem. A pesquisa foi um estudo de caráter qualitativo para explorar o impacto da atividade experimental no ensino-aprendizagem dos alunos. Esta atividade pode ser desenvolvida em quatro aulas, estruturadas em quatro etapas: questionário pré-conteúdo para saber o nível de conhecimento dos alunos sobre o tema, contextualização da problematização com o tema "O que é biodiesel", atividade experimental em que consiste na produção de biodiesel para demonstração prática e questionário pós-prática para saber o que os alunos aprenderam sobre o tema. O trabalho obteve como resultado, que a produção de biodiesel a partir de óleo residual é uma solução eficaz para reaproveitar resíduos e reduzir a dependência de combustíveis fósseis. O experimento realizado não só introduziu conceitos fundamentais de química, como transesterificação e catálise, mas também melhorou significativamente a aprendizagem dos alunos. A abordagem experimental revelou-se uma excelente ferramenta pedagógica, aumentando a compreensão dos fenômenos químicos e engajando os estudantes nas práticas laboratoriais.

**Palavras-chave:** Biocombustível, Biodiesel, Óleo de fritura, Proposta de Atividade experimental, Reação de Transesterificação.

## ABSTRACT

The global climate situation is a major concern today. Replacing fossil fuels with biofuels is one way to reduce air pollution. These fuels can be obtained, for example, by converting used vegetable oil for frying into biodiesel. In addition, the raw materials used in the production of this biofuel are renewable and the production technology is economical, which contributes to reducing the disposal of used oil. This topic leads to the discussion of different concepts and shows the importance of this approach in schools. The objective of this work was to plan a proposal for an experimental activity related to the production of biodiesel as a learning strategy. The research was a qualitative study to explore the impact of the experimental activity on the teaching-learning of students. This activity can be developed in four classes, structured in four stages: a pre-content questionnaire to determine the students' level of knowledge on the topic, contextualization of the problematization with the theme "What is biodiesel", an experimental activity consisting of the production of biodiesel for practical demonstration and a post-practical questionnaire to find out what the students learned about the topic. The work obtained as a result that the production of biodiesel from residual oil is an effective solution to reuse waste and reduce dependence on fossil fuels. The experiment carried out not only introduced fundamental concepts of chemistry, such as transesterification and catalysis, but also significantly improved student learning. The experimental approach proved to be an excellent pedagogical tool, increasing the understanding of chemical phenomena and engaging students in laboratory practices.

**Keywords:** Biofuel, Biodiesel, Cooking oil, Experimental Activity Proposal, Transesterification Reaction.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Processo genérico de transesterificação .....	18
Figura 2 – Processo de obtenção de biodiesel a partir da transesterificação etílica do óleo de fritura residual.....	19
Figura 3 – Esquematização da reação de transesterificação .....	24
Figura 4- Fluxograma das etapas .....	31
Figura 5- Meio reacional da reação de transesterificação para separação de fases .....	34
Figura 6- Quantidade de acertos e erros pré – práticas.....	35
Figura 7- Porcentagem das questões pré-práticas.....	36
Figura 8- Quantidade de acertos e erros pós – práticas .....	37
Figura 9- Porcentagem das questões pós-práticas .....	38

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1- Dados da Sequência Didática.....	27
Quadro 2- Ferramenta didática.....	28

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>10</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS.....</b>	<b>13</b>
2.1	OBJETIVOS GERAL.....	13
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	13
<b>3</b>	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....</b>	<b>14</b>
3.1	TEORIAS DA APRENDIZAGEM E O ENSINO DE QUÍMICA.....	14
3.2	APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS.....	15
3.3	ATIVIDADE EXPERIMENTAL PROBLEMATIZADA.....	16
3.4	BIOCOMBUSTÍVEIS: NOVAS FONTES ENERGÉTICAS.....	17
3.5	PROCESSO DE OBTENÇÃO DO BIODIESEL.....	18
3.6	BIODIESEL NO BRASIL.....	19
3.7	BIODIESEL NO ENSINO DE QUÍMICA.....	21
3.8	A IMPORTÂNCIA DA ATIVIDADE EXPERIMENTAL.....	22
3.9	ÓLEO DE FRITURA.....	23
3.10	TRANSESTERIFICAÇÃO.....	23
3.11	ÁLCOOL.....	24
3.12	CATALISADORES.....	24
3.13	GLICEROL.....	25
<b>4</b>	<b>PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....</b>	<b>26</b>
4.1	CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA.....	26
4.2	SEQUÊNCIA DIDÁTICA.....	26
4.3	PROCEDIMENTO E ABORDAGEM EXPERIMENTAL PARA A SÍNTESE DO BIODIESEL.....	28
4.4	PROPOSTA DE UM EXPERIMENTO DIDÁTICO.....	31
<b>5</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>34</b>
5.1	PRODUÇÃO DO BIODIESEL.....	34
<b>6</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>39</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>40</b>
	<b>ANEXO I.....</b>	<b>46</b>
	<b>ANEXO II.....</b>	<b>47</b>
	<b>ANEXO III.....</b>	<b>48</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Os combustíveis fósseis são a principal fonte de energia do mundo, abastecendo mais de 85% da demanda energética mundial (ABDULLAH et al., 2022). Esses combustíveis quando queimados liberam quantidades elevadas de gases que agravam o fenômeno do efeito estufa. O consumo desses combustíveis representa uma problemática global devido a (1) serem provenientes de fontes esgotáveis e (2) serem nocivos ao meio ambiente (MUNEER; ASIF; MUNAWWAR, 2005; PATLE et al., 2014). À medida que a demanda energética mundial aumenta para 30 TW (terawatt), os cientistas estimam que a fonte dos combustíveis fósseis se esgotará em 2050 devido ao aumento do consumo energético em 105 vezes (PATEL et al., 2020). Dessa forma, a procura e o uso de energias renováveis estão se tornando cada vez mais popular. Pesquisadores acreditam que em 2040 as energias renováveis corresponderão a 50% do consumo energético mundial e, conseqüentemente, haverá uma diminuição de 70% dos gases que agravam o efeito estufa (AMPONSAH et al., 2014; DE LA PEÑA et al., 2022). Há várias formas de energias renováveis e.g. energia solar, eólica, hidrelétrica, gerada pelo movimento das marés, geotérmica e proveniente da biomassa. A produção de biodiesel e a energia gerada por esse tipo de combustível renovável se enquadra dentro da classe da biomassa (SUZIHAQUE et al., 2022).

O biodiesel ocupa uma posição de destaque entre os combustíveis renováveis (ASGHARI; HOSSEINZADEH SAMANI; EBRAHIMI, 2022; PACHECO et al., 2022). Comparado ao diesel proveniente do petróleo, o biodiesel apresenta uma série de vantagens e.g. melhora as propriedades de lubrificidade, aumento do número de cetano, diminui a emissão de gases do efeito estufa e a toxicidade, melhora a biodegradabilidade e a qualidade do ar, além de atender às demandas energéticas. Desde a existência dos motores à combustão interna, não é possível empregar o biodiesel puro como combustível, misturas de biodiesel com diesel proveniente do petróleo é aplicado em todo o mundo. Nos Estados Unidos da América emprega-se uma mistura com 20% de biodiesel, na China 10%; no Brasil aplica-se 10% de biodiesel na mistura, mas o Conselho Nacional de Política Energética (CNPE). E em março de 2024, a mistura subiu de 12% para 14% (ANP, 2024). O biodiesel, quando comparado ao diesel proveniente do petróleo, é mais fácil de ser transportado, armazenado e é ambientalmente mais adequado. Os pontos médios de fulgor do diesel e do biodiesel são 60°C e 150°C, respectivamente; evidenciando que o biodiesel se torna uma alternativa viável ao diesel. A estrutura do biodiesel apresenta 11% de oxigênio, o que facilita a sua combustão completa, diminuindo a produção de monóxido de carbono (CO) e de

hidrocarbonetos não queimados quando comparado ao diesel. Todos esses aspectos, mostram um fato: é mais seguro utilizar o biodiesel que o diesel.

Uma grande variedade de matéria-prima pode ser usada para produzir biodiesel: óleos vegetais, gordura animal, microalgas e óleo residual – óleo de fritura (NAJEEB et al., 2021). No entanto, até o ano de 2023, 95% de toda a produção global de biodiesel era proveniente de óleos vegetais (FOROUTAN; MOHAMMADI; RAMAVANDI, 2021), o que necessitava de vastas áreas de terras férteis e recursos agrícolas para expandir o cultivo de oleaginosas. Conseqüentemente, acarreta um aumento significativo das emissões de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) durante o ciclo de vida do biodiesel. Além disso, o custo com a produção de óleos vegetais representa cerca de 75 – 80% do custo de produção do biodiesel, sendo o principal gargalo para a produção de biodiesel em larga escala (ŠÁNEK et al., 2015). Portanto, encontrar matéria-prima acessível na região e de baixo custo tornam-se características essenciais para abordar questões de viabilidade econômica e segurança energética.

O rápido crescimento do comércio de serviços alimentícios fez com que ocorresse um aumento ano após ano da quantidade de óleo residual. Em 2022, estima-se foram produzidos 18,6 milhões de toneladas de óleo de fritura (KHAN et al., 2022). A acumulação desse óleo nos sistemas de esgoto causa sérios problemas de cunho ambiental e de saúde (CAPUANO et al., 2017). A utilização desse resíduo como matéria-prima para a produção de biodiesel é uma solução fascinante do ponto de vista ambiental e quanto a finalidade nobre dada ao resíduo, agregando-lhe valor. Vale lembrar, que o óleo residual não vai atender sozinho a demanda energética por combustível. Entretanto, o óleo de fritura pode ser encontrado em qualquer localidade e país do mundo. Portanto, é uma forma viável e sustentável de reduzir o custo total da produção do biodiesel.

Na área educacional, existem muitos desafios a serem enfrentados em relação ao processo de ensino e aprendizagem. Com o término do período de distanciamento social e o retorno dos alunos às salas de aula, é preocupante o déficit educacional causado pelo agravamento da pandemia. Embora os efeitos completos dessa situação só possam ser avaliados daqui alguns anos, já é possível perceber suas conseqüências nas escolas do Brasil. Estudos indicam que um longo período sem estímulos pode ter impactos negativos no processo de aprendizagem, como a perda de habilidades durante as férias escolares, tanto em leitura quanto em matemática (BARBOSA et al., 2021). Esse impacto tende a ser mais significativo para crianças de famílias de baixa renda, devido à falta de recursos e acesso a materiais educativos fora do ambiente escolar. Por isso, é fundamental adotar abordagens inovadoras para preencher essa lacuna deixada pelo ensino remoto.

Com a complexidade crescente do mundo atual, é necessário reconhecer que o ensino médio não pode ser apenas uma preparação para exames, onde os estudantes são treinados para resolver questões com respostas padronizadas. Estimular a curiosidade, a análise e a criação de soluções baseadas no conhecimento científico são essenciais para formar estudantes capazes de enfrentar os desafios do mundo contemporâneo. Na área da química, é importante que os alunos desenvolvam um pensamento crítico para compreender os fenômenos do dia a dia. O uso de experimentos práticos pode ser um recurso valioso para despertar o interesse dos estudantes, promovendo uma aprendizagem significativa e ativa (BRASIL, 2018).

O trabalho experimental deve favorecer a compreensão dos conceitos da disciplina e permitir que os alunos interajam entre si e com o professor, aprendendo com os erros e acertos (FELTRE, 1995). Dessa forma, as aulas práticas de química se mostram essenciais para proporcionar aos alunos uma visão mais ampla e realista da disciplina. Nesse contexto, o presente estudo busca explorar a aplicação da síntese do biodiesel na educação básica, destacando os aspectos ambientais da produção de biocombustíveis como uma alternativa mais sustentável.

## 2 OBJETIVOS

### OBJETIVO GERAL

Elaborar uma proposta de atividade didática experimental relacionada à produção de biodiesel como estratégia de aprendizagem.

### OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar conceitos químicos relacionados à obtenção de biodiesel;
- Descrever uma alternativa ao uso racional de óleos que reduza o impacto ambiental;
- Utilizar uma abordagem experimental para produção de biodiesel visando uma melhor visualização do conteúdo químico teórico baseado em combustíveis fósseis.

### 3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

#### TEORIAS DA APRENDIZAGEM E O ENSINO DE QUÍMICA

Ao longo da história, muitos filósofos procuraram compreender como é que aprendemos. Para Platão, o conhecimento era adquirido por meio de uma lembrança das ideias universais, um processo chamado de Reminiscência. Segundo essa teoria, o papel do professor não era apenas apresentar novos conhecimentos aos alunos, mas sim ajudá-los, por meio do diálogo e do debate, a se lembrar do que já haviam aprendido antes.

Entretanto, penso que se adquirimos esse conhecimento antes do nascimento e o perdemos por ocasião do nascimento, para posteriormente, graças aos nossos sentidos, recuperar o conhecimento que tínhamos posse anteriormente, não seria o que chamamos de aprendizado a recuperação de nosso próprio conhecimento? E não estaríamos corretos em chamar esse processo de reminiscência? (Platão, 2016, Fédon - 75e, p. 215).

Jean Piaget, um renomado biólogo, entendia que a aprendizagem está intrinsecamente ligada à cognição, que é um conjunto de processos mentais que usamos para aprender algo (SANTOS, 2011). De acordo com a perspectiva piagetiana, o desenvolvimento cognitivo surge da estrutura lógica do sujeito e gera conflitos cognitivos ao se deparar com objetos moderadamente discrepantes. Esses conflitos levam a ajustes na estrutura lógica, que resultam em invariantes funcionais chamadas de assimilação e acomodação. O conhecimento, para Piaget, é construído pela interação entre o sujeito cognoscente e o objeto de conhecimento, e não é apenas uma cópia da realidade (SANTOS, 2011). Para aplicar esses conceitos na prática escolar, é preciso unir teoria e prática de forma coordenada e constante. É importante destacar que Piaget foi um epistemólogo e não um pedagogo (CARVALHO, 1983), tornando fundamental a compreensão das distinções entre seu trabalho e o papel do professor em sala de aula.

David Ausubel, especialista em psicologia da educação, desenvolveu uma teoria da aprendizagem significativa que rejeita a abordagem de aprendizado mecânico em que o professor detém o conhecimento e o aluno é passivo. Segundo Ausubel, a estrutura cognitiva é formada por conceitos dispostos hierarquicamente e uma rede conceitual rica é aquela que é capaz de criar conexões entre os conceitos. Portanto, a aprendizagem é mais significativa quando existem mais conexões entre os conceitos. A teoria de Ausubel oferece suporte para os professores desenvolverem técnicas de ensino eficazes para atender às necessidades dos

alunos durante o processo de aprendizado. Com base nessa teoria, torna-se necessário utilizar materiais didáticos que contextualizem os conteúdos e que sejam elaborados a partir do conhecimento prévio dos alunos (NOVAK et al., 2000).

Segundo os Parâmetros Curriculares Nacionais para Ciências (PCN-Ciências) (1999, Vol.4, p.25), no ensino de Química, é vital que sejam contextualizados os conteúdos para que o aluno possa compreender os fenômenos naturais a sua volta e o papel das Ciências Naturais. Essa compreensão colabora para uma visão mais completa do mundo e suas transformações, situando o ser humano como parte integrante e ativa do universo.

Assim, a enculturação contextualizada em Química, aliada à interdisciplinaridade não superficial, traz à tona limites dos saberes e conceitos cotidianos e, sem negá-los nem substituí-los, amplia-os nas abordagens transformadoras possibilitadas pelos conhecimentos emergentes e pelas ações das condições potencializadoras da qualidade de vida socioambiental. Orientações curriculares para ensino médio (Brasil, 2006).

Para aprimorar o ensino de Química, Ausubel defende o uso da aprendizagem receptiva como ferramenta introdutória, seja por meio de exposição oral ou escrita dos conteúdos, desde que haja esforço para que esses conteúdos sejam significativos. Para que isso aconteça, é necessário estabelecer uma relação entre os conceitos aprendidos e sua aplicação na prática. Uma das formas de aprimorar o ensino de Química é por meio da experimentação, que permite ao aluno ter um papel ativo no processo de ensino e aprendizagem e contribui para o seu desenvolvimento autônomo. Com esses recursos pedagógicos, é possível melhorar significativamente o ensino de Química.

## APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS

Segundo Souza e Dourado (2015), há diversas definições sobre Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) nos referenciais teóricos, mas todas trazem contribuições importantes para a compreensão de seu significado. Essas definições possibilitam um melhor desenvolvimento na aplicação da ABP em diferentes áreas do conhecimento e níveis de ensino, permitindo avanços em pesquisas sobre o assunto. Os autores afirmam que a ABP é um método de aprendizagem que vem crescendo nos últimos anos em diversas instituições de ensino superior, tanto na graduação quanto na pós-graduação, além de estar sendo utilizada no ensino básico em diferentes disciplinas.

De acordo com Leite e Esteves (2005), a Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) leva o aluno a buscar a solução de problemas relacionados à sua área de conhecimento, com ênfase na aprendizagem, visando desempenhar um papel ativo no processo de investigação, análise e síntese do conhecimento adquirido.

A interpretação de Barell (2007) citada por Souza e Dourado (2015) descreve a ABP como a curiosidade que leva à ação de fazer perguntas diante de incertezas sobre fenômenos complexos do mundo e da vida cotidiana, desafiando os alunos a se comprometerem com a busca pelo conhecimento por meio de questionamentos e investigação para solucionar problemas identificados.

O modelo original de ABP tem como objetivo principal a aprendizagem de assuntos científicos, possibilitando ao estudante a compreensão e inter-relação entre fatos cotidianos e o conteúdo estudado em sala de aula, com o professor atuando como mediador entre o aluno e a informação. Segundo Piccoli (2016), o ensino baseado na ABP pressupõe que os alunos desenvolvam o domínio de procedimentos e a utilização dos conhecimentos disponíveis para solucionar problemas. Ao estruturar o ensino por ABP, planejam-se situações-problema em que os alunos sejam capazes de buscar as estratégias necessárias para resolvê-las, ficando os conceitos em segundo plano para a utilização da estratégia.

#### ATIVIDADE EXPERIMENTAL PROBLEMATIZADA

Silva (2018) define a Atividade Experimental Problematizada (AEP) como um processo de experimentação que tem como base a identificação de um problema teórico, visando encontrar soluções para uma situação problemática. Autores como Silva e Moura (2017) compartilham dessa perspectiva, descrevendo os alunos como sujeitos que adquirem conhecimento por meio de um processo em que o professor desempenha o papel de orientador, garantindo a autenticidade do aprendizado.

Uma AEP pode propiciar aos alunos a possibilidade de autonomia e protagonismo, ao realizarem registros, discutirem resultados, levantarem hipóteses, avaliarem possíveis explicações e discutirem, entre seus pares e com o professor, as razões e as etapas do experimento. Ainda segundo os mesmos, essa atividade deve ser sistematizada, visando a promoção de uma análise reflexiva desde sua origem, capacitando os sujeitos da ação a tornarem-se protagonistas da sua própria aprendizagem. Sob essa ótica, a função do professor não mais se configura como centralizador e fornecedor das respostas e das certezas. Antes, deve problematizar com os alunos suas concepções e observações, as amplas leituras do experimento, auxiliando-os a reconhecer a necessidade sempre constante de outros conhecimentos e, por conseguinte, a importância do diálogo reflexivo e da pesquisa orientada na

busca por uma coerente interpretação dos resultados experimentais (Silva et al. 2015).

Portanto, a proposta de ensino experimental conhecida como AEP propõe a articulação entre o objetivo experimental e as diretrizes metodológicas, partindo da proposição e análise crítica de um problema, de preferência contextualizado, ou seja, relacionado a diferentes contextos (SILVA et al., 2018).

## BIOCOMBUSTÍVEIS: NOVAS FONTES ENERGÉTICAS

Com o advento da urbanização e das atividades industriais, a busca por novas fontes de energia desempenhou um papel decisivo no desenvolvimento de diversas atividades humanas ao longo do tempo.

Segundo Barbosa (2012), o inventor alemão Rudolph Christian Karl Diesel (1853-1913) criou o motor "Ciclo Diesel" no final do século XIX. Inicialmente alimentado com óleo de amendoim, nas décadas seguintes, outros óleos vegetais também foram utilizados. No entanto, o alto custo de produção dessas sementes tornou difícil a utilização do motor diesel naquela época. Como resultado, os óleos vegetais foram substituídos pelo óleo refinado de petróleo, conhecido como "óleo diesel".

De acordo com Draptcho et al. (2008), citado por Barbosa (2012), devido às várias crises petrolíferas, à crise energética atual e à preocupação com o meio ambiente e fontes de energia mais limpas, os óleos vegetais voltaram a ser estudados e utilizados como uma alternativa energética. Foi nesse contexto que surgiram os biocombustíveis, combustíveis derivados de biomassa renovável que podem substituir parcial ou totalmente os combustíveis derivados de petróleo e gás natural em motores de combustão ou em outras formas de geração de energia.

De acordo com o artigo 6º, inciso XXIV da Lei nº 9.478/97, os biocombustíveis são substâncias derivadas de biomassa renovável, como biodiesel, etanol e outras substâncias estabelecidas nos regulamentos da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP), e podem ser utilizados diretamente ou mediante modificações em motores de combustão interna ou outros tipos de geração de energia, podendo substituir parcial ou totalmente combustíveis de origem fóssil (BRASIL, 1997).

Os principais tipos de biocombustíveis, de acordo com a diretiva nº 2003/30/CE do Parlamento Europeu e do Conselho da União Europeia e, conseqüentemente, o Decreto-Lei nº 62/2006, de 21 de março, são considerados: biogás, bioetanol, biometanol, bioéter dimetílico,

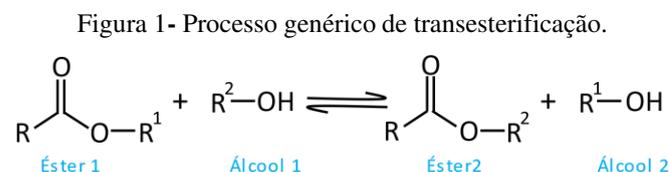
bio-ETBE (bio éter etil-ter-butílico), bioéter metil-ter-butílico (bio-MTBE), biohidrogênio e biodiesel (REIS, 2018).

## PROCESSO DE OBTENÇÃO DO BIODIESEL

Conforme a definição da Lei Nacional nº 11.097 de 13/01/2005, o biodiesel pode ser considerado como um combustível alternativo renovável, capaz de oferecer benefícios socioambientais ao substituir parcial ou totalmente o diesel de petróleo em motores de ciclo Diesel de ignição por compressão (BRASIL, 2005). De acordo com a Sociedade Americana de Testes e Materiais (ASTM), o biodiesel é composto por ésteres de monoalquila de ácidos graxos de cadeias longas derivados de óleos vegetais ou gordura animal que atendem aos requisitos da norma ASTM D6751.

A produção de biodiesel ocorre por meio da reação química conhecida como transesterificação, utilizando triglicerídeos óleos vegetais ou gorduras animais e um álcool de cadeia curta, como metanol ou etanol, como reagentes. O produto obtido é o biodiesel em si, um éster alquílico de metil ou etil (dependendo do álcool utilizado na reação) e glicerol (BARBOSA, 2012). Além de ser derivado de uma ampla variedade de matérias-primas, o biodiesel possui diversas vantagens em relação ao diesel de petróleo: é proveniente de fontes renováveis, biodegradável, não tóxico, apresenta baixa emissão de enxofre e gases poluentes, não contém compostos aromáticos, possui excelente lubricidade e pode ser utilizado puro ou misturado ao diesel de petróleo. O biodiesel é não apenas uma alternativa viável, mas também altamente recomendada, principalmente por contribuir para a autossuficiência energética. Além disso, esse biocombustível pode ser produzido a partir de óleos residuais de frituras, reduzindo assim os riscos de poluição ambiental decorrentes desses materiais.

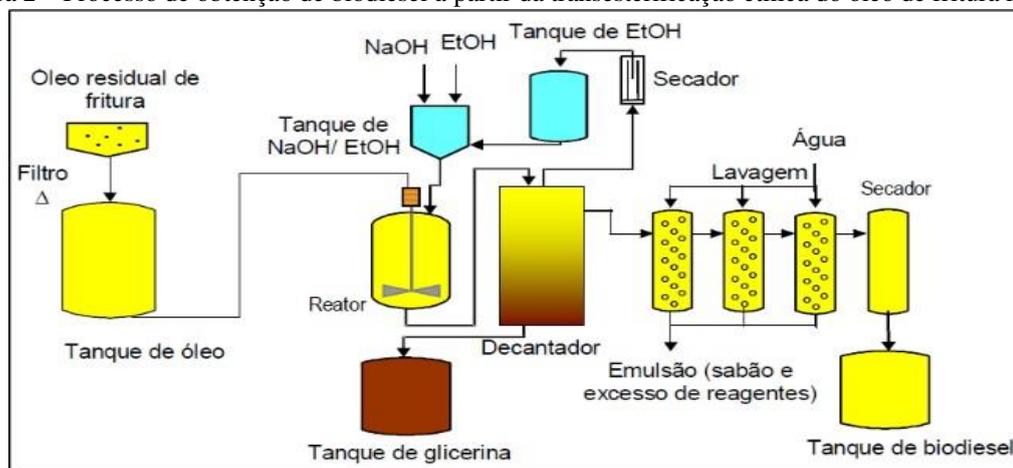
Segundo a Resolução ANP nº 14 de 2012, o biodiesel é definido como um combustível composto por ésteres alquílicos de ácidos graxos de cadeia longa, produzido por meio da reação de transesterificação e/ou esterificação de gorduras vegetais ou animais, como mostrado na Figura 1.



Fonte: Géris et al. (2007).

A transesterificação é um processo químico no qual os triglicerídeos encontrados em óleos vegetais ou gorduras animais reagem com álcool na presença de catalisador. Esse processo é amplamente utilizado na indústria para a produção de biodiesel e também é conhecido como alcoólise. De acordo com a Figura 2, a transesterificação ocorre industrialmente por meio da reação dos triglicerídeos com alcoóis de cadeia curta, resultando na formação de ésteres de ácidos graxos e glicerina. Catalisadores ácidos, básicos ou enzimáticos são utilizados nesse processo. Diversos mecanismos têm sido propostos para explicar cada etapa da reação de transesterificação (RAMIRO, 2013).

Figura 2 – Processo de obtenção de biodiesel a partir da transesterificação etílica do óleo de fritura residual.



Fonte: Cristoff (2006).

No seu estudo, Ramiro (2013) investigou a produção de biodiesel através da reação de transesterificação utilizando catálise alcalina na rota metílica. O objetivo era avaliar o processo de produção de ésteres metílicos utilizando óleo de fritura e óleo de pinhão-manso como matrizes. Para determinar a qualidade do biodiesel produzido, foram realizadas análises de índice de acidez, teor de água por Karl Fischer, ponto de entupimento de filtro a frio, perfil de ácidos graxos, teor de éster e estabilidade à oxidação. Além disso, foi realizado o estudo da estabilidade oxidativa do biodiesel utilizando o antioxidante Terc-butil-hidroquinona (TBHQ).

## BIODIESEL NO BRASIL

Barreto e Cols. (2008) citados por Macedo (2013) discutem a crise gerada pela limitação e instabilidade da matriz energética baseada no petróleo na década de 1970 e a preocupação com as questões ambientais que levaram governos e instituições a estudar novas

fontes de fornecimento de energia, com destaque para o biodiesel. No Brasil, a utilização de óleos vegetais como substitutos combustíveis do diesel, seguindo a mesma lógica do Programa Nacional do Alcool (PRÓÁLCOOL), começou a ser discutida pelo Governo Federal em 1975, sob a coordenação do Ministério da Agricultura, dando origem a Pro-Óleo - Plano de Produção de Óleo Vegetal para Fins Energéticos. Desde então, diversos estudos têm sido realizados para aplicação de óleos vegetais “in natura” ou modificados, puros ou em misturas com diesel de petróleo, em motores de ignição por compressão.

Segundo Macedo (2013), o biodiesel foi introduzido na matriz energética brasileira a partir da Lei 11.097, de 13 de janeiro de 2005, que tornou obrigatória a utilização de 2% de biodiesel no diesel de petróleo até 2008 e 5% até 2013. A mesma lei ampliou o âmbito administrativo. competência da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP), instituindo à agência a responsabilidade pelas especificações do biodiesel. Segundo a ANP, o destaque do Brasil entre os maiores produtores e consumidores mundiais de biodiesel antecipou a adição de 5% de biodiesel ao diesel até 1º de janeiro de 2010, percentual que está em vigor atualmente. Esse marco foi regulamentado pela Resolução nº 6/2009 do Conselho Nacional de Política Energética (CNPE). Segundo dados da ANP, em 2011, a capacidade nominal de produção de biodiesel era de cerca de 6,8 milhões de m<sup>3</sup>. Contudo, a produção real do Brasil foi de aproximadamente 2,7 milhões de m<sup>3</sup>, o que correspondeu a 39,5% da capacidade total.

Nascimento (2012) destaca que no Brasil a maior parte da produção de biodiesel é feita a partir de óleo de soja. A disponibilidade desta matéria-prima para a fabricação de biodiesel contribuiu para a centralização da produção. Somente nos estados de Mato Grosso, Goiás, Rio Grande do Sul e São Paulo a produção de soja, uma das principais fontes de biodiesel, ultrapassa 40 milhões de toneladas por ano.

Pode-se observar nas usinas brasileiras de biodiesel que a maior produção está utilizando o óleo de soja como matéria-prima, devido à sua facilidade de obtenção, baixo custo de produção, grandes áreas plantadas e abundância de óleo no mercado. Essa matéria-prima representa 74,54% da produção nacional, seguida pela gordura bovina com 15,63% e pelo óleo de algodão com 7,72%. O restante da produção (2,11%) é dividido entre outras matérias gordurosas, óleo de fritura usado, gordura suína, óleo de palma e gordura de frango (ANP, 2012).

Em conjunto com o Ministério de Minas e Energia (MME), a ANP divulga boletins mensais avaliando a qualidade dos combustíveis líquidos automotivos brasileiros. De acordo com a edição de maio de 2020 do Relatório Mensal de Combustíveis Renováveis, os

resultados do monitoramento deste mês mostraram que a qualidade dos combustíveis brasileiros permanece em excelente padrão ao longo dos anos, com índices de conformidade acima de 97%, exceto para Universidades Federais (UFs). no Nordeste (ANP, 2020).

## BIODIESEL NO ENSINO DE QUÍMICA

Com a abordagem do biodiesel em sala de aula, é possível combinar vários conceitos e assuntos de diversas disciplinas, especialmente da química (PRADO et al, 2006 apud RODRIGUES et al, 2015). De acordo com Vasconcelos (2010), ao utilizar o assunto biodiesel nas aulas de química, é possível contextualizar diversos pontos, principalmente considerando os desafios atuais, como a utilização de tecnologias mais eficientes, e envolver as esferas econômicas, sociais e ambientais, permitindo aos alunos visualizar as conexões com outras áreas do conhecimento.

Rodrigues et al. (2015) afirmam que o assunto biodiesel abrange vários temas relacionados, como a necessidade de novas fontes energéticas, consumo de energia sustentável, preservação do meio ambiente, contribuição para a agricultura familiar, economia e reaproveitamento de óleos e gorduras residuais, sendo uma vertente socioambiental de discussão inegável. Além disso, a mídia tem enfatizado essa temática, buscando aproximá-la do conhecimento científico do mundo material e fornecer aos estudantes a oportunidade de construir conhecimento científico, bem como desenvolver um pensamento crítico e argumentativo diante de assuntos que afetam diretamente a vida em sociedade.

Oliveira et al. (2008) ressaltam que o tema biodiesel permite trabalhar conteúdos de química orgânica, como funções orgânicas, combustíveis e reações orgânicas, além de conceitos de físico-química, como termodinâmica química, e também abordar questões sobre a influência do consumo da população. Os autores sugerem diversas atividades, como pesquisas, debates, leitura de artigos e entrevistas, e destacam o experimento de produção do biodiesel a partir de materiais de fácil acesso encontrados no cotidiano para construir equipamentos e reagentes.

Ao trazer a temática biodiesel para a sala de aula, além das vantagens mencionadas anteriormente, é possível permitir que os alunos compreendam de forma simples as reações orgânicas envolvidas nos processos de queima e formação dos combustíveis fósseis e na produção do biocombustível (ROCHA; VASCONCELOS, 2016).

## A IMPORTÂNCIA DA ATIVIDADE EXPERIMENTAL

A atividade experimental no Ensino de Ciências é um processo dinâmico que deve partir de uma questão a ser respondida, para despertar no aluno um estado de indagação que estimule reflexões e hipóteses. Nesse contexto, a relação conceitual estabelecida entre o experimento e os conhecimentos prévios do aluno possibilita uma aprendizagem significativa, em que o conhecimento é gerado por meio da observação e experimentação embasadas em pressupostos teóricos (KUPSKE, 2014). É defendida a abordagem da experimentação no Ensino de Ciências, que envolve a integração da metodologia teórico/prática. A prática experimental por si só não é suficiente como fonte de motivação para os alunos. Além da motivação, a experimentação tem um impacto significativo na aprendizagem (SILVA, 2015). Portanto, o ensino experimental de química não deve ser realizado mecanicamente, tratando a experimentação apenas como um roteiro a ser seguido. Segundo Guimarães (2009), essa abordagem mecânica não é adequada, pois a experimentação é muito mais do que apenas seguir um procedimento.

(...) essa metodologia não deve ser pautada nas aulas experimentais do tipo “receita de bolo”, em que os aprendizes recebem um roteiro para seguir e devem obter os resultados que o professor espera, tampouco apetece que o conhecimento seja construído pela mera observação.

Ratificando a importância do ensino teórico-prático para um bom entendimento dos fenômenos químicos, a experimentação é uma estratégia eficiente para criar problemas reais que permitam a contextualização e estimular questionamentos de investigação (GUIMARÃES, 2009). Nessa pesquisa, busca-se estabelecer uma conexão conceitual entre a problemática dos combustíveis fósseis e a atividade experimental de síntese do biodiesel, contextualizando a prática com a teoria aprendida em sala de aula. Ao longo do tempo, as atividades baseadas na contextualização têm desempenhado diferentes funções didáticas, de acordo com o modelo de ensino-aprendizagem adotado nas escolas (FERNANDES et al., 2017). Apesar das evidentes contribuições que o ensino experimental oferece, a infraestrutura das escolas públicas brasileiras ainda não é capaz de proporcionar um ambiente adequado para os professores realizarem tais práticas (SANTANA et al., 2019). No entanto, Santos et al. (2019) afirmam que:

Existe um grande desinteresse dos alunos, há falta de espaço adequado nas escolas e laboratórios equipados para realização de aulas práticas. As escolas estaduais do

município não oferecem uma estrutura física de qualidade para atender o professor, para que o mesmo possa desenvolver uma aula prática onde através da experiência os alunos possam realizar experimentos no qual possam unir a teoria com a prática em sala de aula, de modo que a assimilação do conhecimento aconteça de forma significativa por permitir que os alunos relacionem o conteúdo ensinado com a sua realidade.

A presente pesquisa tem um caráter investigativo, uma vez que apresenta uma situação-problema, permitindo a discussão sob mediação do professor (SILVA, 2020). Nesse sentido, a experimentação investigativa é considerada uma estratégia adequada para o ensino de Química, pois possibilita ao professor pensar criticamente sobre o planejamento das aulas e aos estudantes saírem do papel de meros transmissores e receptores de informações, tornando-se exploradores (SILVA, 2020).

## ÓLEO DE FRITURA

O óleo de fritura gera um problema ambiental grave em todo o planeta, devido ao fato de que cada litro descartado de maneira imprópria pode contaminar cerca de 20 mil litros de água (BIODIESELBR, 2014). Segundo Silveira e Vieira (2014), este óleo pode ser aproveitado para a produção de sabão, cola, tinta, massa de vidraceiro, ração animal e produção de biodiesel. O emprego dessa matéria-prima na produção de biodiesel é uma alternativa para agregar valor a esse óleo, que já foi utilizado na alimentação e seria considerado um resíduo e possivelmente seria descartado em aterros sanitários ou esgotos domésticos. A literatura mostra que a produção deste biocombustível já foi estudada anteriormente (MENG; CHEN; WANG, 2008).

## TRANSESTERIFICAÇÃO

A transesterificação é a reação química relacionada à transformação de óleos ou gorduras de origem vegetal ou animal em biodiesel. A rigor, esta consiste na reação entre um éster e um álcool, resultando em outro éster e um álcool diferente do original (DABDOUB; BRONZEL; RANPIN, 2009). No caso da produção de biodiesel, a reação ocorre entre um triglicerídeo (oriundo da matéria-prima escolhida) e três moléculas de álcool (metanol), tendo como catalisador uma base, e sendo obtidos, no fim, o biodiesel e glicerol. A reação de transesterificação, também chamada de alcoólise, está esquematizada na Figura 3. A reação ocorre com agitação, devido à natureza bifásica do meio. Primeiramente, o álcool e o

catalisador se misturam. Após essa etapa, o óleo ou gordura é adicionado e o reator é aquecido (BARREIROS et al., 2020).

Figura 3 – Esquematização da reação de transesterificação.



Fonte: Adaptado de Antunes et al. (2011).

Segundo Pacheco (2020), rotas alternativas à transesterificação também estão sendo estudadas e desenvolvidas para a produção de biodiesel. São elas: a interesterificação com metil acetato, a hidrólise seguida de esterificação, e a reação com dimetil carbonato (DMC), entre outras. A transesterificação é uma das etapas realizadas no processo de produção de biodiesel.

## ÁLCOOL

O metanol foi o álcool escolhido para transesterificação nas simulações por ser o álcool utilizado na maior parte da produção industrial. Isso se deve ao fato de ter um custo menor que outros álcoois, favorecer a separação da glicerina e fornecer altas conversões em éster (BRANDÃO et al., 2006). Além disso, para uma mesma taxa de conversão e mesmas condições operacionais, o tempo de reação utilizando o metanol é menor quando comparado com o tempo empregando etanol. O uso do etanol apresenta algumas desvantagens, como requerer maiores gastos energéticos na desidratação do álcool, devido à azeotropia quando misturado em água, e ter os custos com equipamentos da planta maiores do que os custos com o metanol, isso porque estes são cerca de quatro vezes mais volumosos para a rota etílica, para a mesma produtividade (KRAUSE, 2008).

## CATALISADOR

Os dois catalisadores alcalinos mais utilizados para a produção de biodiesel no Brasil são o hidróxido de potássio (KOH) e o hidróxido de sódio (NaOH), que possuem alta atividade, baixo custo e fácil disponibilidade (COSTA, 2021). Para este trabalho o catalisador definido para a transesterificação dos óleos foi KOH.

## GLICEROL

O glicerol bruto é um coproduto da reação de transesterificação e possui de 20 a 30% de impurezas, sendo elas sabão, metanol, monoacilglicerol, diacilglicerol, oligômeros de glicerol, polímeros e água (RIBEIRO, 2020; GUEDES, 2021). A glicerina, nome dado ao glicerol impuro, pode ser comercializado em três níveis de qualidade: bruta, loira e bidestilada (grau USP) (RIBEIRO, 2020). A glicerina “loira” apresenta um grau de pureza de aproximadamente 85% e a bidestilada (grau USP) de no mínimo 99,5% (GUEDES, 2021).

O glicerol é um produto importante devido às suas inúmeras aplicações em diferentes setores da indústria como de cosméticos, higiene pessoal, farmacêutico, alimentício, têxtil e de tintas e resinas (RIBEIRO, 2020), além de poder ser utilizado para produzir etanol (MANCIO, 2011). Esses setores fazem parte da gliceroquímica, que é o estudo do glicerol e dos compostos químicos que podem ser gerados tendo o glicerol como matéria-prima (GUEDES, 2021).

Segundo Ribeiro (2020), estes setores não têm sido capazes de aproveitar todo glicerol gerado pela indústria de produção de biodiesel, dessa forma novas aplicações para esse produto precisam ser pensadas. A mais promissora é a indústria de produção de polímeros e espécies químicas de maior valor agregado, tais como solketal, éteres terc-butílicos de glicerol, éteres etílicos de glicerol, acroleína, carbonato de glicerol, triacetina e epiclorigrina (RIBEIRO, 2020; GUEDES, 2021).

## 4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para atingir os objetivos desta pesquisa, adotaram-se três etapas metodológicas principais: a classificação da pesquisa, a elaboração e aplicação de uma sequência didática (SD), e, por último, a produção e análise de dados.

### CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

Quanto à metodologia, este estudo foi classificado como qualitativo, pois os dados foram obtidos a partir das informações fornecidas pelo professor responsável pela aplicação do experimento.

De acordo com Flick (2009), esse tipo de pesquisa é apropriado para explorar e compreender a complexidade e diversidade das experiências humanas, enfatizando a subjetividade e a interpretação dos fenômenos estudados. A abordagem qualitativa permite uma análise mais aprofundada dos dados, levando em consideração a perspectiva dos participantes e possibilitando uma compreensão mais abrangente do tema investigado. De acordo com Freire (1979), "a ação docente é a base para uma formação escolar de qualidade e contribui para a construção de uma sociedade pensante". É importante ressaltar que este estudo não tem como objetivo mensurar quantitativamente a aprendizagem dos alunos. Segundo a Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS), a avaliação da aprendizagem não se limita apenas às notas. Portanto, o estudo tem como objetivo ampliar os conceitos existentes na estrutura lógica dos alunos e promover o pensamento químico dos estudantes, por meio da abordagem qualitativa adotada na pesquisa.

### SEQUÊNCIA DIDÁTICA

O estudo foi realizado com base na utilização de uma série de atividades planejadas e estruturadas para ensinar um determinado conteúdo, seguindo uma ordem lógica e organizada. De acordo com Zabala (1998), as sequências didáticas devem ser criadas de acordo com os objetivos de aprendizagem e envolver atividades de ensino e avaliação. No ensino de Ciências, é importante que a sequência didática promova a integração dos conhecimentos científicos, utilizando metodologias mais significativas e menos fragmentadas, como destacado por Medeiros et al. (2017).

A Sequência Didática foi elaborada pelo professor e estruturada em quatro etapas distintas, cada uma com objetivos específicos, conforme descrito no Quadro 1. Esses critérios estruturais foram definidos para garantir a organização e a eficácia da sequência

didática, promovendo uma aprendizagem mais eficaz para os alunos do 3º ano do ensino médio. A descrição detalhada dessa sequência pode ser encontrada no Apêndice A deste trabalho.

Quadro1 - Dados da Sequência Didática

<b>Etapa das aulas</b>	<b>Tempo</b>	<b>Sequência Didática</b>	<b>Objetivo</b>
1	45 min	Questionário pré-prática	Identificar o nível de conhecimento acerca do tema biodiesel.
2	45 min	Contextualização da problematização com o tema "Biodiesel"	Contextualizar o tema do biodiesel por meio de aula expositiva e dialogada.
3	45 min	Atividade experimental - Produção de biodiesel	Usar a abordagem experimental para melhor visualização dos conteúdos teóricos.
4	45 min	Questionário pós-prática	Verificar se a metodologia apresentada nas aulas causou algum impacto na aprendizagem dos alunos.

Fonte: elaborado pelo autor (2024).

Conforme apresentado na quadro 1, o primeiro momento visou, saber o nível de conhecimentos dos alunos. O segundo momento pedagógico introduziu a temática sobre biodiesel, por meio de uma discussão sobre o uso de combustíveis fosseis e suas consequências diretas para o meio ambiente. Além disso, foi contextualizado o conteúdo de biodiesel em relação a essa temática. As aulas foram conduzidas de forma expositivo-dialogadas, utilizando slide e datashow como recursos didáticos. No terceiro momento, foi realizada a síntese do biodiesel por meio de um experimento previamente testado e adequado às condições necessárias para a sua execução na escola, de modo a atender as suas necessidades e as dos participantes. Já o quarto momento seria verificar se a metodologia utilizada contribuiu para aprendizagem dos alunos. Foram observados e solucionados os critérios como: segurança, disponibilidade de materiais, compreensão, trabalho em grupo e

individual. Vale destacar a importância de garantir a segurança e a qualidade do experimento, além de possibilitar aos alunos uma experiência prática e enriquecedora relacionada ao tema estudado.

Para executar a sequência didática, foram utilizados os recursos didáticos apresentados no quadro 2.

Quadro 2- Ferramentas didática.

<b>Aula</b>	<b>Ferramenta didática</b>	
1	Papel A <sub>4</sub> e caneta	
2	slide e datashow	
3	<b>Materiais e reagentes</b>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Chapa de aquecimento e agitação</li> <li>- Erlenmeyer de 100 mL,</li> <li>- Proveta de 50 mL,</li> <li>- Proveta de 25 mL</li> <li>- Termômetro,</li> <li>- Béquer de 100 mL</li> <li>- Barra magnética</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>KOH P.A. em lentilhas</li> <li>- Etanol absoluto</li> <li>- Óleo residual de fritura</li> </ul>
4	Papel A <sub>4</sub> e caneta	

Fonte: elaborado pelo autor (2024).

## PROCEDIMENTO E ABORDAGEM EXPERIMENTAL PARA A SÍNTESE DO BIODIESEL

O óleo de fritura foi obtido de estabelecimentos comerciais da cidade de Sousa, localizada na região do alto sertão paraibano. O processo de obtenção do biodiesel se ter por reação de transesterificação. Adicionou-se 30 g do óleo residual em um béquer e 15 g do álcool etanol em outro béquer.

Figura 4 – Reagentes e matéria-prima: álcool etílico, hidróxido de potássio, óleo de fritura residual.



Fonte: elaborado pelo autor (2024).

Figura 5 – Solubilização do hidróxido de potássio no álcool etílico.



Fonte: elaborado pelo autor (2024).

Pesou-se 0,5 g de hidróxido de potássio (KOH), o catalisador necessário para as reações de transesterificação. Em seguida, diluiu-se o catalisador no álcool com o auxílio de um bastão de vidro. Esquentou-se o óleo residual em um béquer sob uma chapa aquecedora até uma temperatura de 50°C. O controle da temperatura foi feito com o auxílio de um termômetro imerso. Durante o aquecimento, o catalisador + álcool fica sob constante agitação com o auxílio de um agitador magnético até o final da reação de transesterificação.

Figura 6 – Reação de transesterificação do biodiesel a partir do óleo residual.



Fonte: elaborado pelo autor (2024).

Ao atingir a temperatura de 50°C e estabilizá-la, adicionou-se a mistura: óleo, álcool e catalisador. O tempo de reação foi de aproximadamente 10 minutos, tempo suficiente para converter completamente os ésteres do óleo residual.

Logo em seguida, retirou-se o béquer com a mistura reacional e deixou-o repousando por aproximadamente 24 horas para que ocorra a decantação da mistura. Depois, com o auxílio de um funil de decantação separa-se a glicerina do biodiesel.

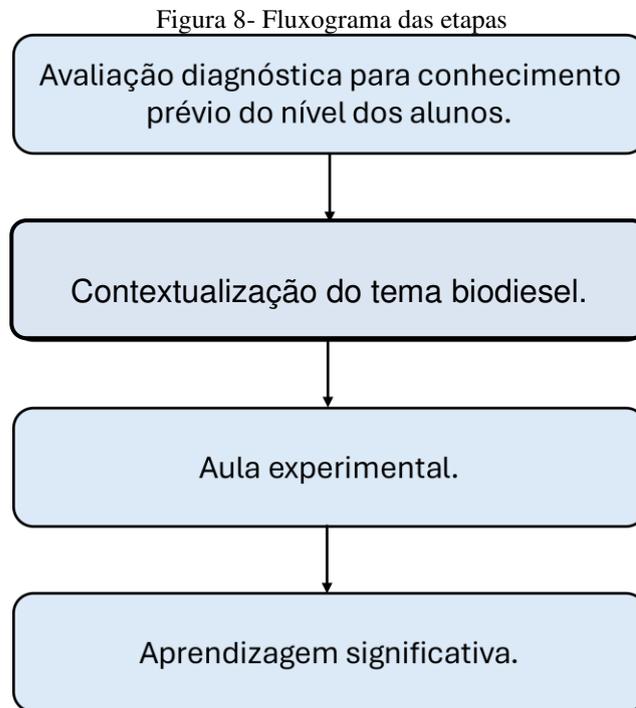
Figura 7 – Adição da reação ao funil de decantação.



Fonte: elaborado pelo autor (2024).

Na purificação, lavou-se o biodiesel com uma quantidade de água, aproximadamente igual ao volume de biodiesel a ser lavado, aquecida à 90°C. Colocou-se 2 gotas de ácido clorídrico na água aquecida. Misturou-se a água com o biodiesel, agitou-se a mistura e deixou a mistura repousando por 15 minutos no funil de decantação. Então, retirou-se à água com o excesso de álcool da mistura reacional. Adicionou-se 2 gotas de fenolftaleína na água retirada na última etapa. Se a solução apresentar coloração rosa, deve-se repetir o processo de lavagem até que a solução se torne neutra. Em seguida, filtra-se o biodiesel obtido usando papel filtro, seca-se e pesa-se a quantidade produzida.

A Figura 8 apresenta o fluxograma da sequência didática desenvolvimento no trabalho: elaboração de uma proposta de atividade experimental problematizada, a qual foi aplicada.



Fonte: elaborado pelo autor (2024).

## PROPOSTA DE UM EXPERIMENTO DIDÁTICO

**1º momento:** Aplicar questionário preliminar, para avaliar a visão dos alunos a respeito da produção de biodiesel.

**2º momento:** Apresentar a temática biodiesel através de vídeos e apresentação de slides contendo conceitos químicos a serem utilizados no procedimento experimental de produção do biodiesel.

## **AVALIAÇÃO DOS CONHECIMENTOS PRÉVIOS SOBRE: PRODUÇÃO DE BIODIESEL A PARTIR DE ÓLEO RESIDUAL**

1. O que é biodiesel e como ele é produzido a partir de óleo residual?
2. Quais são os princípios da química verde e como eles estão relacionados à produção de biodiesel a partir de óleo residual?
3. Explique o que é transesterificação e como ela é utilizada na produção de biodiesel?
4. Quais são os principais catalisadores utilizados na produção de biodiesel a partir de óleo residual?
5. Você conhece os impactos ambientais causados pela disposição inadequada de óleo residual?
6. Você sabe quais são os benefícios do uso de biodiesel em comparação com combustíveis fósseis?
7. Quais são os desafios e benefícios da produção de biodiesel a partir de óleo residual?
8. O que você entende por desenvolvimento sustentável?

**3º momento:** Produção do biodiesel no laboratório, formar grupos de acordo com a quantidade de alunos e o espaço físico do laboratório, leitura do roteiro experimental para executar a produção de biodiesel, de forma, a demonstrar os conceitos químicos envolvidos na produção do biodiesel. Neste momento, os conteúdos de química vistos de forma teórica serão apresentados e correlacionados com o tema.

**4º momento:** Avaliar os conteúdos que foram aprendidos pelos alunos, por meio da aplicação de questionário pós prática sobre a proposta de ensino relacionada ao biodiesel, com o objetivo de verificar se o grau de interesse e entendimento do que foi abordado tornou-se maior do que fora observado em métodos tradicionais de ensino.

**AVALIAÇÃO DOS CONHECIMENTOS PÓS PRÁTICA SOBRE: PRODUÇÃO DE  
BIODIESEL A PARTIR DE ÓLEO RESIDUAL**

1. Descreva brevemente o processo de produção de biodiesel a partir de óleo residual?
2. Quais são as principais matérias-primas utilizadas na produção de biodiesel?
3. Quais são os benefícios ambientais da produção de biodiesel?
4. Quais são os principais desafios enfrentados na produção de biodiesel a partir de óleo residual?
5. Quais são os principais métodos de produção de biodiesel?
6. Quais são as etapas envolvidas no processo de transesterificação para a produção de biodiesel?
7. Quais são os principais subprodutos gerados durante o processo de produção de biodiesel?
8. Quais são as aplicações do biodiesel na indústria e no setor de transporte?

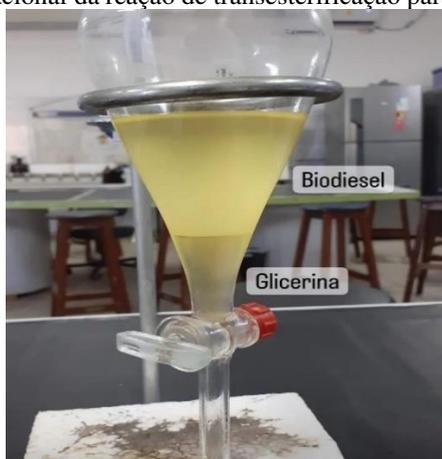
**5º momento:** O questionário pós-prática pode ser utilizado como uma avaliação do professor titular da sala. Com o intuito de resumir os conceitos abordados durante as etapas anteriores, bem como tornar o aluno um sujeito ativo no seu processo de aprendizagem.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### PRODUÇÃO DO BIODIESEL

O biodiesel mostrado na Figura 9 foi produzido por meio do processo de transesterificação e decantação, conforme detalhado na metodologia desta pesquisa. Esse processo resultou na formação de duas fases distintas: o biodiesel na parte superior e a glicerina na parte inferior.

Figura 9- Meio reacional da reação de transesterificação para separação de fases.



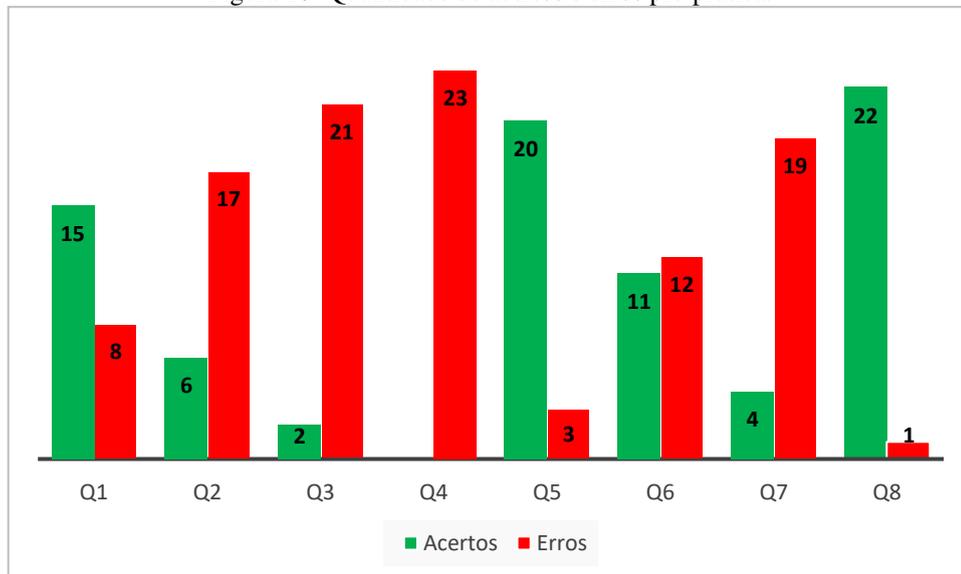
Fonte: elaborado pelo autor (2024).

Após o processo de reação de transesterificação que converte a matéria graxa em ésteres (biodiesel), a separação entre a fase do biodiesel e a fase da glicerina pode ser realizada simplesmente por decantação, devido à baixa solubilidade e diferença de densidade entre as fases. A introdução de água na reação permite a separação das fases, resultando em uma fase rica em ésteres metílicos e óleo não reagido e uma fase aquosa dispersa de glicerina, catalisador, sais e outras substâncias solúveis em água.

Na Figura 10, é apresentada a distribuição dos acertos (cor verde) e erros (cor vermelha) cometidos pelos 23 alunos em relação às 8 questões avaliadas antes do experimento. A análise dos dados revela um padrão de desempenho desigual entre as questões. A questão 1 demonstrou um desempenho relativamente melhor, com 15 acertos e 8 erros, sugerindo que uma parte significativa dos alunos estava mais familiarizada com o conteúdo abordado. Em contraste, a questão 4 apresentou o pior resultado, com 0 acertos e 23 erros, indicando uma dificuldade generalizada entre os alunos sobre esse tópico específico.

Outras questões também mostraram uma disparidade notável nos resultados, como a questão 2, que teve apenas 6 acertos e 17 erros, e a questão 5, com 20 acertos e 3 erros, evidenciando variações no nível de compreensão dos alunos em diferentes áreas do conteúdo. A questão 8 destacou-se como a mais bem respondida, com 22 acertos e apenas 1 erro, o que sugere que os alunos estavam bem-preparados para essa parte do exame. A questão 3 e a questão 7 apresentaram também dificuldades consideráveis, com poucos acertos e muitos erros, refletindo áreas onde os alunos necessitam de mais apoio e esclarecimento. Esses dados ressaltam a necessidade de estratégias de ensino direcionadas para melhorar a compreensão dos alunos nas questões mais desafiadoras e promover um equilíbrio no domínio dos conteúdos abordados.

Figura 10- Quantidade de acertos e erros pré-prática.

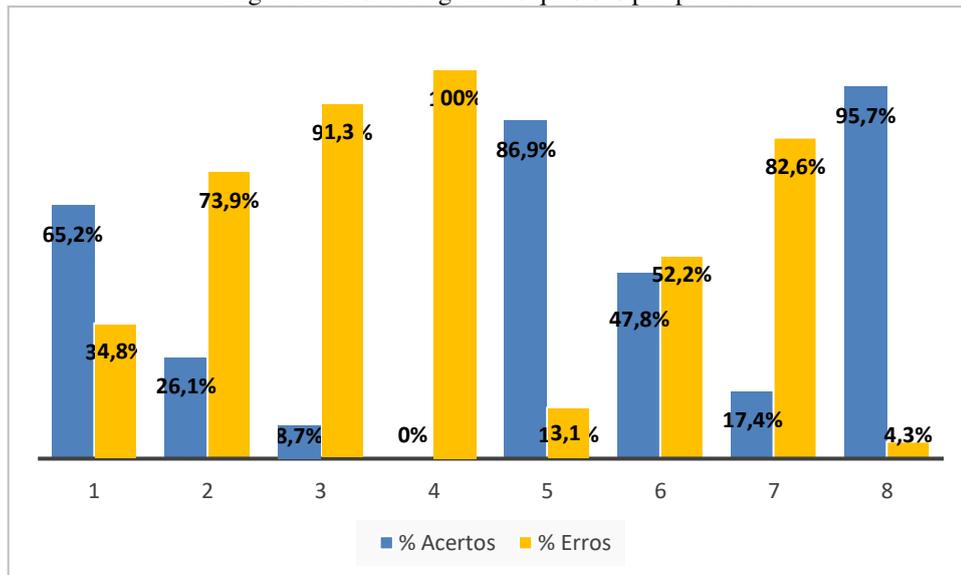


Fonte: elaborado pelo autor (2024).

No Figura 11, a análise percentual dos acertos (cor azul) e erros (cor amarela) nas 8 questões avaliadas pelos 23 alunos antes do experimento revela importantes sobre o desempenho dos alunos. Na questão 1, aproximadamente 65,2% dos alunos acertaram e 34,8% erraram, sugerindo uma compreensão razoável do tema abordado. Por outro lado, a questão 4 foi a mais desafiadora, com 0% de acertos e 100% de erros, evidenciando uma dificuldade generalizada. A questão 2 apresentou 26,1% de acertos e 73,9% de erros, indicando que a maioria dos alunos teve dificuldades significativas com o conteúdo. Em contraste, a questão 5 foi a mais bem compreendida, com 86,9% de acertos e apenas 13,1% de erros. A questão 6 teve um equilíbrio mais próximo, com 47,8% de acertos e 52,2% de erros, sugerindo uma dificuldade moderada. A questão 7 apresentou 17,4% de acertos e 82,6% de

erros, refletindo um nível alto de dificuldade para os alunos. Finalmente, a questão 8 destacou-se com 95,7% de acertos e 4,3% de erros, mostrando que a grande maioria dos alunos estava bem-preparada para essa parte do exame. Esses resultados percentuais ressaltam áreas de conhecimento bem dominadas pelos alunos e outras onde é crucial investir em estratégias de ensino para melhorar o entendimento e a retenção de informações.

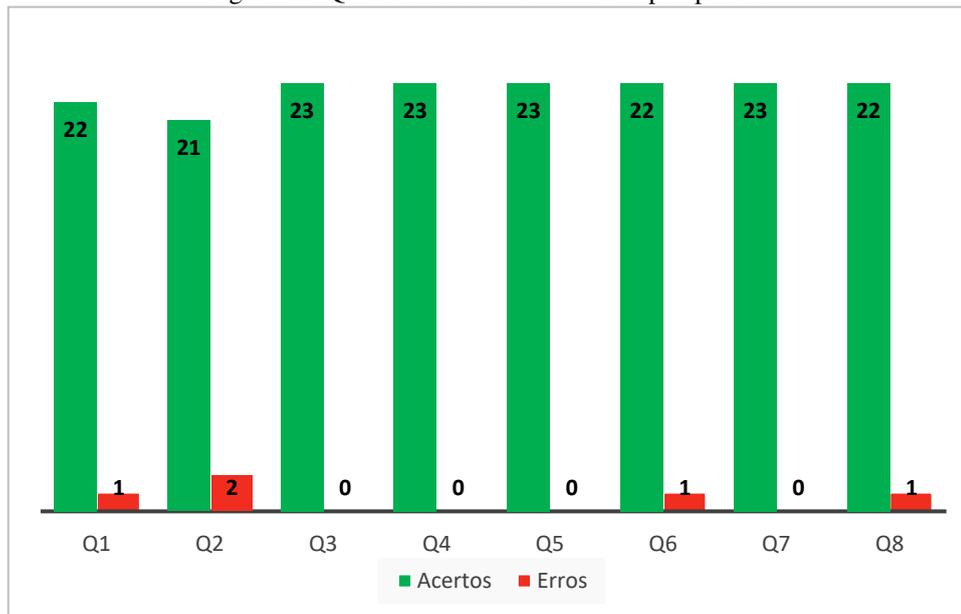
Figura 11- Porcentagem das questões pré-prática.



Fonte: elaborado pelo autor (2024).

No Figura 12, A seguir, apresentamos a distribuição dos acertos (indicado pela cor verde) e dos erros (representado pela cor vermelha) cometidos pelos 23 alunos em relação às 8 questões avaliadas após o experimento, observamos uma performance geral bastante positiva. Na questão 1, houve 22 acertos e 1 erro; na questão 2, 21 acertos e 2 erros; nas questões 3, 4, 5 e 7, todos os 23 alunos acertaram, sem registrar erros. Já nas questões 6 e 8, houve 22 acertos e 1 erro em cada uma. Essa distribuição dos resultados demonstra um alto nível de acerto na maioria das questões, com poucos erros isolados, refletindo uma boa compreensão do material por parte dos alunos e sugerindo a eficácia do experimento em transmitir o conhecimento.

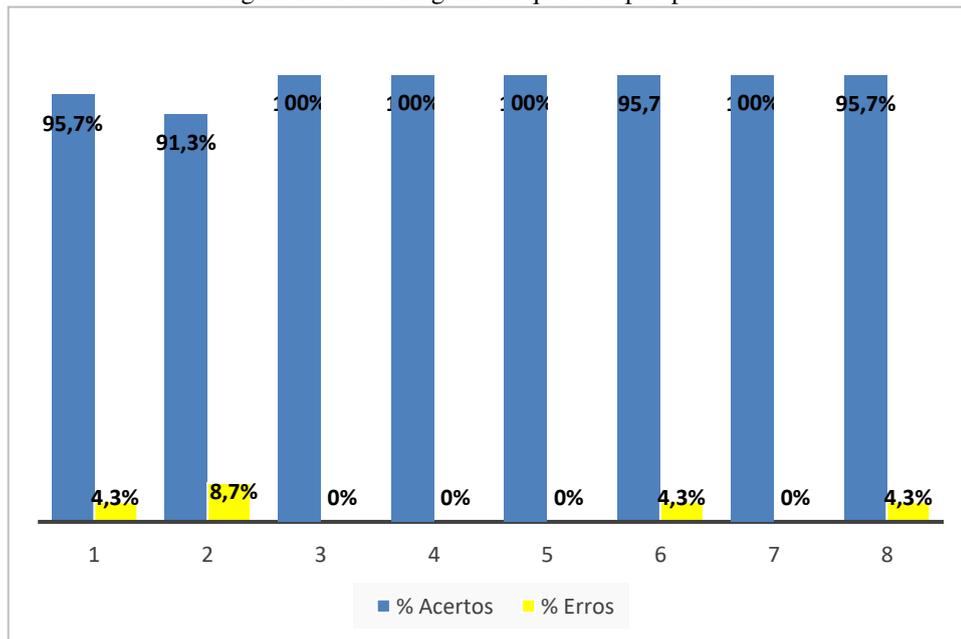
Figura 12- Quantidade de acertos e erros pós-prática.



Fonte: elaborado pelo autor (2024).

No Figura 13, estão apresentadas a porcentagem de acertos (cor azul) e de erros (cor amarela), os dados obtidos do experimento revelam um desempenho notavelmente positivo dos alunos em todas as questões testadas. Com 23 alunos participando, a maioria das questões obteve uma taxa de acertos que varia entre 91% e 100%. Especificamente, as questões 3, 4, 5 e 7 foram respondidas corretamente por todos os 23 alunos, demonstrando um entendimento sólido e uniforme desses tópicos. As questões 1, 6 e 8 apresentaram 95,7% de acertos e 4,3% de erros, enquanto a questão 2 teve 91,3% de acertos e 8,7% de erros. Esses dados refletem um desempenho excelente, com uma alta taxa de acertos e poucos erros em todas as questões, evidenciando que os alunos dominaram bem o conteúdo abordado. A ausência de erros em quatro das questões e o baixo número de erros nas demais indicam que o grupo, de maneira geral, teve uma compreensão consistente e elevada do material estudado, sugerindo a eficácia da metodologia do experimento em transmitir o conhecimento necessário.

Figura 13- Porcentagem das questões pós-práticas.



Fonte: elaborado pelo autor (2024).

Os resultados obtidos com a análise dos conhecimentos prévios, obtiveram uma taxa de acertos de 43,5% em relação às 8 questões respondidas, enquanto a porcentagem de erros foi de 56,5%. Esses resultados indicam uma significativa dificuldade inicial, evidenciando uma falta de familiaridade ou compreensão dos conceitos fundamentais sobre biodiesel. Contudo, após a aplicação do experimento didático, observou-se uma mudança expressiva no desempenho dos alunos. Na avaliação pós-experimento, a taxa de acertos aumentou para 97,3%, com apenas 2,7% de erros. Este avanço notável demonstra a eficácia do experimento como ferramenta pedagógica. O experimento não apenas despertou o interesse dos estudantes, mas também facilitou a compreensão dos conceitos relacionados ao biodiesel. Todos os alunos foram capazes de responder ao questionário subsequente, refletindo uma melhora significativa na assimilação do conteúdo. Esses resultados destacam a importância de abordagens experimentais no ensino de Ciências, especialmente em tópicos que exigem uma compreensão mais aplicada e contextualizada. A experiência prática revelou-se crucial para engajar os alunos e promover um entendimento mais profundo e eficaz dos temas complexos.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A produção de biodiesel a partir de óleo residual apresenta-se como uma solução atrativa para o aproveitamento de resíduos e a redução da dependência de combustíveis fósseis. É importante ressaltar a importância de investimentos em pesquisa e desenvolvimento, buscando constantemente aprimorar os processos e aumentar a eficiência dessa produção, tornando-a uma alternativa cada vez mais viável e acessível.

O experimento desenvolvido permite introduzir conceitos de química verde, reações orgânicas, reação de transesterificação, catálise, separação de fases e formação de sabão. Os alunos melhoraram significativamente a aprendizagem do conteúdo, como foi constatado com a aplicação dos questionários prévio e pós experimento. Esse método mostrou ser uma excelente ferramenta didático-pedagógica para ser utilizado como estratégia de revisão e fixação dos conteúdos.

Ao analisar as respostas dos estudantes nos questionários, podemos notar uma melhoria na compreensão dos fenômenos químicos apresentados durante as etapas experimentais da pesquisa. Os alunos foram capazes de responder de forma satisfatória o que estava acontecendo em cada experimento, inclusive conseguindo perceber o papel do catalisador na reação química. Isso mostra que uma metodologia experimental e contextualizada pode impulsionar ainda mais a aprendizagem, sendo uma excelente alternativa para o ensino de Química.

É importante destacar que a possibilidade de realizar atividades no laboratório de ciências foi um fator crucial para o sucesso da pesquisa, despertando o interesse e engajamento dos alunos em atividades comuns em um ambiente laboratorial, como pesar compostos e agitar substâncias com barras magnéticas e bastões de vidro.

## REFERÊNCIAS

ABDULLAH, A. et al. A review on bi/multifunctional catalytic oxydehydration of bioglycerol to acrylic acid: Catalyst type, kinetics, and reaction mechanism. **Canadian Journal of Chemical Engineering**, v. 100, n. 10, p. 2956–2985, 2022.

AMPONSAH, N. Y. et al. Greenhouse gas emissions from renewable energy sources: A review of lifecycle considerations. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 39, p. 461–475, 2014.

ASGHARI, M.; HOSSEINZADEH SAMANI, B.; EBRAHIMI, R. Review on non-thermal plasma technology for biodiesel production: Mechanisms, reactors configuration, hybrid reactors. **Energy Conversion and Management**, v. 258, p. 115514, 15 abr. 2022.

ABIOVE - **Associação Brasileira das Indústrias de Óleos Vegetais. Levantamento: Estatísticas da soja**, 2020.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR: Norma Brasileira Reguladora n° 14359**, 2013.

ANP – AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS. **Boletim de monitoramento da qualidade dos combustíveis**. 2020.

ANP – AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS. Resolução n° 7. **Boletim Mensal de Biodiesel**. Brasil, 2008.

ANP – AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS. Resolução n° 14. **Boletim Mensal de Biodiesel**. Brasil, 2012.

ANP – AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS. Resolução n° 42. **Boletim Mensal de Biodiesel**. Brasil, 2005.

ANP – AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS. Resolução n° 45. **Boletim Mensal de Biodiesel**. Brasil, 2014.

ANP. **Boletim Trimestral de Preços e Volumes de Combustíveis do 1° Trimestre/2021**. 2021a. Disponível em: <https://www.gov.br/anp/pt-br/centrais-deconteudo/publicacoes/boletins-anp/btpvc-1/2021/boletim-trimestral-sdc-9-1t21-novo.pdf>. Acesso em: 04 jun. 2023.

ANP. **Anuário Estatístico Brasileiro do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis 2021**. 2021b. Disponível em: <https://www.gov.br/anp/pt-br/centrais-deconteudo/publicacoes/anuario-estatistico/arquivos-anuario-estatistico-2021/anuario-2021.pdf>. Acesso em: 26 dez. 2021.

ANP. Painel Dinâmico **Produtores de Biodiesel**. 2021c. Disponível em: <https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoiOTlkODYyODctMGJjNS00MGlyLWJmMWItNGJlNDg0ZTg5NjBlliwidCI6IjQ0OTlmNGZmLTI0YTYtNGI0Mi1iN2VmLTEyNGFmY2>

FkYzkxMyJ9&pageName=ReportSection8aa0cee5b2b8a941e5e0%22. Acesso em: 26 set. 2023.

ATKINS, Peter; JONES, Loretta; LAVERMAN, Leroy. **Princípios de química: questionando a vida moderna e o meio ambiente**. Bookman: Grupo A, 2018. Disponível em://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788582604625/. Acesso em: 16 jun. 2022.

AZEVEDO, Leandro Araújo de et al. Biodiesel a partir de óleo de fritura: uma temática atual para abordagem das relações cts em uma sala de aula de química. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 6, n. 2, 2013.

ARISTÓTELES. Metafísica, livro I, cap. 1. Col. **Os Pensadores**. São Paulo: Abril Cultural, 1979, p. 12.

BARBOSA, T. B. C. **Avaliação comparativa de estudos de análise do ciclo de vida da produção de biodiesel**. 2012. 57 f. Monografia (Engenharia Sanitária e Ambiental) - Universidade Federal de Minas Gerais, 2012.

BRASIL. **Lei nº 9.478, de 6 de agosto de 1997**. Dispõe sobre a política energética nacional, as atividades relativas ao monopólio do petróleo, institui o Conselho Nacional de Política Energética e a Agência Nacional do Petróleo e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 1997. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Leis/L9478.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9478.htm). Acesso em: 07 out. 2023.

BRASIL. **Lei nº 11.097, de 13 de janeiro de 2005**. Dispõe sobre a introdução do biodiesel na matriz energética brasileira; altera as Leis nºs 9.478, de 6 de agosto de 1997, 9.847, de 26 de outubro de 1999 e 10.636, de 30 de dezembro de 2002; e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 2005. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2004-2006/2005/Lei/L11097.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2005/Lei/L11097.htm). Acesso em: 26 set. 2023.

BIODIESELBR. **Óleo de fritura usado**. 2014. Disponível em: <https://www.biodieselbr.com/plantas/oleo-fritura-usado>. Acesso em: 07 out. 2023.

BIODIESELBR. **A negociação de biodiesel em 2022**. 2021. Disponível em <https://www.biodieselbr.com/noticias/biocombustivel/negocio/a-negociacao-de-biodiesel-em-2022-171121>. Acesso em: 15 jan. 2022

BRASIL. Lei nº11.097, de 13 de janeiro de 2005. **Dispõe sobre a introdução do biodiesel na matriz energética brasileira**; altera as Leis nºs 9.478, de 6 de agosto de 1997, 9.847, de 26 de outubro de 1999 e 10.636, de 30 de dezembro de 2002; e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 2005. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2004-2006/2005/lei/111097.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2005/lei/111097.htm). Acesso em: 26 set. 2023.

BARBOSA, Alexandre Lucas de Araújo; ANJOS, Ana Beatriz Leite dos; AZONI, Cíntia Alves Salgado. Impactos na aprendizagem de estudantes da educação básica durante o isolamento físico social pela pandemia do COVID-19. In: **CoDAS**. Sociedade Brasileira de Fonoaudiologia, 2022. p. e20200373.

Brasil. **Base Nacional Comum Curricular (BNCC)**. Educação é a Base. Brasília. MEC/CONSED/UNDIME, 2018. Disponível em: [http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC\\_EI\\_EF\\_110518\\_versaofinal\\_site.pdf](http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf). Acesso em: 26 set. 2023.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências Naturais**. v. 4, Brasília: MEC/SEF, 1997

BRASIL. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica. **Orientações curriculares para o ensino médio**; v. 2, Brasília, DF, 2006.

BRASIL. **Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP)**. Biodisel. Disponível em: <https://www.gov.br/anp/pt-br/assuntos/producao-e-fornecimento-de-biocombustiveis/biodisel>. Acesso em: 30 ago.2024.

CARDOSO, G. V.; Brito, J. A. **o ensino de química no período da pandemia da covid-19: desafios do ensino e aprendizagem na prática docente**. Instituto Federal do Amapá, 2021.

CARVALHO, A. M. P. de. Piaget e o Ensino de Ciências. **Revista da Faculdade de Educação**. v.9, n.1, p.55-77, 1983.

CAPUANO, D. et al. Direct use of waste vegetable oil in internal combustion engines. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 69, p. 759–770, 2017.

CHINH NGUYEN, H. et al. Biodiesel production through electrolysis in the presence of choline chloride-based deep eutectic solvent: Optimization by response surface methodology. **Journal of Molecular Liquids**, p. 121633, 2023.

CRISTOFF, P. **Produção do biodiesel a partir do óleo residual de fritura comercial, estudo de caso: Guaratuba, litoral paranaense**. 2006. 83 f. Dissertação (Desenvolvimento de tecnologias) – Instituto de Engenharia do Paraná, Curitiba, 2006.

DE LA PEÑA, L. et al. Accelerating the energy transition to achieve carbon neutrality. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 177, p. 105957, 2022.

FOROUTAN, R.; MOHAMMADI, R.; RAMAVANDI, B. Waste glass catalyst for biodiesel production from waste chicken fat: Optimization by RSM and ANNs and toxicity assessment. **Fuel**, v. 291, p. 120151, 2021.

FELTRE, Ricardo: **Química Geral**. São Paulo, 1995.

FERNANDES, L. S. et al. Tendências de pesquisa sobre a resolução de problemas em Química. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 16, n. 3, 2017.

FLICK, U. **Desenho da pesquisa qualitativa**. Porto Alegre: Artmed, 2009.

FREIRE, P. **Educação como prática da liberdade**. 17 Ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1979.

GUIMARÃES, C. C. Experimentação no Ensino de Química: Caminhos e descaminhos rumo à aprendizagem significativa. **Química Nova na Escola**, v. 31, n. 3, p. 198-202, 2009.

GODOY, Pedro Henrique de. **Tecnologias para Produção de Biodiesel a partir do Óleo de Cozinha Residual: Uma Análise dos Processos de Transesterificação**. 2021. 43f. Trabalho

de conclusão de curso de graduação (Bacharelado Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia do Mar) - Instituto do Mar, Universidade Federal de São Paulo, Santos, 2021.

DE GODOY, Sara Gurfinkel Marques; PAMPLONA, João Batista. O protocolo de Kyoto e os países em desenvolvimento. **Pesquisa & Debate Revista do Programa de Estudos Pós-Graduados em Economia Política**, v. 18, n. 2 (32), 2007.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GUIMARÃES, C. C. **Experimentação no Ensino de Química: Caminhos e descaminhos rumo à aprendizagem significativa**. Química Nova na Escola, São Paulo, v. 31, n. 3, p. 198-202, 2009. Disponível em: <[http://webeduc.mec.gov.br/portaldoprofessor/quimica/sbq/QNEsc31\\_3/08-RSA4107.pdf](http://webeduc.mec.gov.br/portaldoprofessor/quimica/sbq/QNEsc31_3/08-RSA4107.pdf)>. Acesso em: 26 set. 2023.

KHAN, S. et al. Challenges and perspectives on innovative technologies for biofuel production and sustainable environmental management. **Fuel**, v. 325, p. 124845, 2022.

KHARKWAL, V. S. et al. Numerical investigation of engine characteristics of a diesel engine fuelled with ethanol and diethyl ether supplemented diesel-WCO biodiesel blend. **Materials Today: Proceedings**, 2023.

LEITE, L.; ESTEVES, E. Ensino orientado para a Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas na Licenciatura em Ensino da Física e Química. **VIII Congresso Galaico-Português de Psicopedagogia**. Braga: CIED - Universidade do Minho, 2005. p. 1751-1768.

LIMA, D. B. **A aprendizagem baseada em problemas e a construção de habilidades como ferramentas para o ensino-aprendizagem nas Ciências da Natureza**. Dissertação – UFRS, Porto Alegre, 2015.

LÔBO, I. P.; FERREIRA, S. L. C. Biodiesel: parâmetros de qualidade e métodos analíticos. **Revista Química Nova na Escola**, v. 32, p. 1596-1608, 2009.

MASERA, K.; HOSSAIN, A. K. Advancement of biodiesel fuel quality and NOx emission control techniques. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 178, p. 113235, 2023.

MUNEER, T.; ASIF, M.; MUNAWWAR, S. Sustainable production of solar electricity with particular reference to the Indian economy. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 9, n. 5, p. 444–473, 2005.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA (MME). **Boletim mensal dos combustíveis renováveis**, 2012.

MEDEIROS, D. A. Sequência Didática Baseada Em Atividades Experimentais Investigativas: Abordagem Sobre Misturas E Processos De Separação. **Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão**, v. 9, p. 9, 2017.

NAJEEB, J. et al. Nanobiocatalysts for Biodiesel Synthesis through Transesterification - A Review. **Catalysts** 2021, Vol. 11, Page 171, v. 11, n. 2, p. 171, 2021.

Novak, J. D., et al. **“Teoria da Aprendizagem Significativa.”** Contributos do III Encontro Internacional sobre aprendizagem significativa. Peniche (2000). Disponível em: <http://www.mlrg.org/memberpublications/LivroPeniche2000.pdf>. Acesso em: 26 set. 2023.

OLIVEIRA, F. C. C.; SUAREZ, P. A. Z.; SANTOS, W. L. P. Biodiesel: possibilidades e desafios. **Revista: Química Nova na Escola**, 2008.

PACHECO, J. R. et al. Biodiesel production through non-conventional supercritical routes: Process simulation and technical evaluation. **Energy Conversion and Management**, v. 251, p. 114998, 2022.

PATEL, P. et al. Biophysical economics and management of biodiesel, a harbinger of clean and sustainable energy. **International Journal of Energy and Water Resources**, v. 4, n. 4, p. 411–423, 2020.

PATLE, D. S. et al. Multi-objective optimization of two alkali catalyzed processes for biodiesel from waste cooking oil. **Energy Conversion and Management**, v. 85, p. 361–372, 2014.

PICCOLI, F. **Aprendizagem baseada em problemas: uma estratégia para o ensino de química no ensino médio.** 2016. 91 f. Dissertação (Química) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2016.

RAMIRO, C. A. F. **Produção e caracterização do biodiesel: estudo e comportamento de antioxidantes.** 2013. 61 f. Monografia (Tecnologia em Biocombustíveis) - Universidade Federal do Paraná, Palotina, 2013.

RAMOS, P. S.; RAMOS, S. K. F. **Determinação de umidade pelo método de secagem direta em estufa a 105 °C.** Estácio de Sá Faculdade de Sergipe, Aracaju – Sergipe, 2015.

REIS, Pedro. Tipos de biocombustíveis. **Portal Energia: Energias Renováveis**, 2018.

ROCHA, Joselayne Silva; VASCONCELOS, Tatiana Cristina. Dificuldades de aprendizagem no ensino de química: algumas reflexões. **Encontro Nacional de Ensino de Química**, v. 18, p. 1-10, 2016.

RODRIGUES, J. B.; MORAIS, C. S.; NETO, J. E. S.; SILVA, S. P. Uma abordagem do tema biodiesel no ensino médio utilizando uma situação-problema. **Revista Dynamis**, v. 21, n. 1, p. 44-61, 2015.

RIBEIRO, M. S. de S.; SOUZA, C. M. M. de SOUZA. **Aulas Remotas e seus desafios em tempo de pandemia.** Pensar na Educação-Um Jornal para a Educação Brasileira, 2020.

ŠÁNEK, L. et al. Biodiesel production from tannery fleshings: Feedstock pretreatment and process modeling. **Fuel**, v. 148, p. 16–24, 15 maio 2015.

SILVA, A. L. S. **Atividade experimental problematizada (AEP) - 60 experimentações com foco no ensino de química: da educação básica à universidade.** Curitiba: Appris, 2018.

SILVA, A. L. S.; MOURA, P. R. G. **Atividade Experimental Problematizada (AEP) como uma estratégia pedagógica para o ensino de ciências: aportes teóricos, metodológicos e exemplificação.** Experiências em Ensino de Ciências, 2017.

SILVA, A. L. S.; MOURA, P. R. G.; DEL PINO, J. C. **Atividade Experimental Problematizada: uma proposta de diversificação das atividades para o Ensino de Ciências.** Experiências em Ensino de Ciências, 2015.

SILVA, S. G. **As principais dificuldades na aprendizagem de química na visão dos alunos do ensino médio.** IX Congic, p. 1612-1616, 2013.

SILVA, J.B. **Contextualização e Experimentação no Ensino de Química: Apresentando os Produtos Naturais nas Aulas do Ensino Médio.** 2020. Disponível em: <https://repositorio.ufpb.br/jspui/bitstream/123456789/17905/1/JBS16082020-MQ050.pdf>. Acesso em: 15 set. 2023.

SILVA, C. S. et al. **Uso da experimentação no Ensino de Química como metodologia facilitadora do processo de Ensinar e Aprender.** Revista CTS IFG, Goiás, v. 1, n. 1. 2015. Disponível em: <http://cts.luziania.ifg.edu.br/index.php/CTS1/article/view/31>. Acesso em: 15 set. 2023.

SILVA, S. G. **As principais dificuldades na aprendizagem de química na visão dos alunos do ensino médio.** IX Congic, p. 1612-1616, julho 2013.

SILVA, J.B. **contextualização e experimentação no ensino de Química: apresentando os produtos naturais nas aulas do ensino Médio.** 2020. Disponível em: <https://repositorio.ufpb.br/jspui/bitstream/123456789/17905/1/JBS16082020-MQ050.pdf>. Acesso em: 15 set. 2023.

SILVA, C. S. et al. **Uso da experimentação no Ensino de Química como metodologia facilitadora do processo de Ensinar e Aprender.** Revista CTS IFG, Goiás, v. 1, n. 1. 2015. Disponível em: <http://cts.luziania.ifg.edu.br/index.php/CTS1/article/view/31>. Acesso em: 15 set. 2023.

SOUZA, S. C.; DOURADO L. **Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP): um método de aprendizagem inovador para o ensino educativo.** Revista **Holos**, v. 5, p. 182-200, 2015.

TUMELERO, N. **Pesquisa experimental: conceito, definições e como fazer em 5 passos.** Blog Mettzer, 2010. Disponível em: <https://blog.mettzer.com/pesquisa-experimental/>. Acesso em: 15 set. 2023.

VASCONCELOS, Tatiana B.; LIMA, Rodrigo M. **Biodiesel: uma possibilidade de interdisciplinaridade na Química e as concepções dos professores de Ensino Médio de Campos dos Goytacazes/RJ, Brasil.** Revista **Vértices**, v. 12, n. 2, p. 113-134, 2010.

## **ANEXO I**

### **AVALIAÇÃO DOS CONHECIMENTOS PRÉVIOS SOBRE: PRODUÇÃO DE BIODIESEL A PARTIR DE ÓLEO RESIDUAL**

1. O que é biodiesel e como ele é produzido a partir de óleo residual?
2. Quais são os princípios da química verde e como eles estão relacionados à produção de biodiesel a partir de óleo residual?
3. Explique o que é transesterificação e como ela é utilizada na produção de biodiesel?
4. Quais são os principais catalisadores utilizados na produção de biodiesel a partir de óleo residual?
5. Você conhece os impactos ambientais causados pela disposição inadequada de óleo residual?
6. Você sabe quais são os benefícios do uso de biodiesel em comparação com combustíveis fósseis?
7. Quais são os desafios e benefícios da produção de biodiesel a partir de óleo residual?
8. O que você entende por desenvolvimento sustentável?

## **ANEXO II**

### **AVALIAÇÃO DOS CONHECIMENTOS PÓS PRÁTICA SOBRE: PRODUÇÃO DE BIODIESEL A PARTIR DE ÓLEO RESIDUAL**

1. Descreva brevemente o processo de produção de biodiesel a partir de óleo residual?
2. Quais são as principais matérias-primas utilizadas na produção de biodiesel?
3. Quais são os benefícios ambientais da produção de biodiesel?
4. Quais são os principais desafios enfrentados na produção de biodiesel a partir de óleo residual?
5. Quais são os principais métodos de produção de biodiesel?
6. Quais são as etapas envolvidas no processo de transesterificação para a produção de biodiesel?
7. Quais são os principais subprodutos gerados durante o processo de produção de biodiesel?
8. Quais são as aplicações do biodiesel na indústria e no setor de transporte?

## **ANEXO III**

### **ROTEIRO PRODUÇÃO BIODIESEL**

#### **OBJETIVO**

Sintetizar biodiesel a partir de óleo residual aproveitando um recurso que seria descartado ou subutilizado, reduzindo a dependência dos combustíveis fósseis, contribuindo para a diminuição das emissões dos gases do efeito estufa e fomentando o uso de uma fonte de energia renovável.

#### **INTRODUÇÃO**

A produção de biodiesel é um tema de grande importância no cenário global atual, especialmente considerando a crescente preocupação com a sustentabilidade e a necessidade de reduzir a dependência de combustíveis fósseis. O biodiesel, um biocombustível produzido a partir de fontes renováveis como óleos vegetais e gorduras animais, oferece uma alternativa mais ecológica ao diesel convencional. O processo de produção envolve uma reação química chamada transesterificação, onde os triglicerídeos presentes nas matérias-primas são convertidos em ésteres metílicos ou etílicos, que formam o biodiesel, e em glicerol como subproduto.

Uma das grandes vantagens do biodiesel é a possibilidade de utilizar diferentes tipos de óleos e gorduras, o que o torna uma opção versátil para diversas regiões e condições agrícolas. O uso de matérias-primas como soja, palma, colza e até óleos residuais de cozinha permite que a produção de biodiesel se adapte a diferentes contextos, promovendo uma economia mais circular. Além disso, do ponto de vista ambiental, o biodiesel contribui para a redução das emissões de gases de efeito estufa, uma vez que a CO<sub>2</sub> liberada durante a sua combustão é compensada pelo CO<sub>2</sub> absorvido pelas plantas durante o seu ciclo de vida.

Do ponto de vista socioeconômico, a produção de biodiesel pode ser um importante motor de desenvolvimento, especialmente em áreas rurais, criando novas oportunidades econômicas e gerando empregos. No entanto, é fundamental que essa produção seja conduzida de maneira sustentável, evitando problemas como a competição por terras aráveis com a produção de alimentos e a degradação de ecossistemas naturais.

O biodiesel também apresenta vantagens técnicas em relação ao diesel fóssil, como melhores propriedades lubrificantes, o que pode prolongar a vida útil dos motores e reduzir os custos de manutenção. Além disso, ele pode ser usado em motores existentes sem a necessidade de grandes modificações, seja puro ou em misturas com diesel convencional.

Contudo, a produção de biodiesel enfrenta desafios que incluem a necessidade de garantir sua sustentabilidade e viabilidade econômica. A expansão das áreas de cultivo para matérias-primas pode gerar impactos ambientais negativos se não for bem gerida, e os custos de produção ainda são um obstáculo em alguns contextos. Portanto, é essencial que a produção de biodiesel seja acompanhada por políticas públicas e inovações tecnológicas que garantam seu desenvolvimento de forma sustentável e eficiente.

## MATERIAS E GRAGENTE

<b>MATERIAIS</b>	<b>REAGENTES</b>
Béqueres de 100 mL.	Óleo residual de fritura (30 g)
Bastão de vidro.	Álcool Etílico (15 g)
Balança semi-analítica.	Hidróxido de Potássio (0,5 g)
Agitador magnético.	
Funil de decantação.	

## PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

- Adicionar ao béquer 15g de álcool etílico, com cuidado pois o produto é inflamável;
- Adicionar lentamente 0,5g de hidróxido de Potássio (KOH) sob agitação constante com auxílio do bastão de vidro até dissolução total.
- Adicionar a massa de 30g do óleo de fritura em um béquer de 100 mL e a este adicionar lentamente e sob agitação a solução de álcool etílico contendo hidróxido de Potássio, mantendo a agitação por aproximadamente 20 minutos.
- Adicionar a mistura ao funil de decantação deixe em repouso, onde serão observadas duas fases sendo uma (superior) o BIODIESEL e a outra (inferior) o glicerol.

## ATIVIDADE PÓS-LABORATÓRIO

### QUESTÃO 01

Explique os principais métodos de transesterificação utilizados na produção de biodiesel e discuta as vantagens e desvantagens de cada método?

### QUESTÃO 02

Analise o impacto das matérias-primas na qualidade do biodiesel produzido, abordando como diferentes tipos de óleos e gorduras influenciam as propriedades finais do biodiesel?

### QUESTÃO 03

Descreva os principais desafios ambientais e econômicos associados à produção de biodiesel a partir de fontes vegetais e discuta possíveis soluções para esses desafios?

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

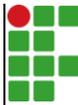
KNOTHE, Gerhard; VAN GERPEN, Jon H.; KRAHL, Jürgen. **The Biodiesel Handbook**. 2. ed. Champaign: AOCS Press, 2010.

DEMIRBAS, Ayhan. **Biodiesel: A Realistic Fuel Alternative for Diesel Engines**. London: Springer-Verlag, 2008.

MA, Fangrui; HANNA, Milford A. Biodiesel production: a review. **Bioresource Technology**, v. 70, n. 1, p. 1-15, 1999.

VAN GERPEN, Jon. Biodiesel processing and production. **Fuel Processing Technology**, v. 86, n. 10, p. 1097-1107, 2005.

MENEGHETTI, Simoni M. P.; MENEGHETTI, Márcia R. Biodiesel: uma abordagem prática. **Química Nova**, v. 29, n. 2, p. 281-286, 2006.

	<b>INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA PARAÍBA</b>
	Campus Sousa - Código INEP: 25018027
	Av. Pres. Tancredo Neves, S/N, Jardim Sorrilândia III, CEP 58805-345, Sousa (PB)
	CNPJ: 10.783.898/0004-18 - Telefone: None

## Documento Digitalizado Ostensivo (Público)

### Entrega do TCC Corrigido

<b>Assunto:</b>	Entrega do TCC Corrigido
<b>Assinado por:</b>	Janaina Cruz
<b>Tipo do Documento:</b>	Anexo
<b>Situação:</b>	Finalizado
<b>Nível de Acesso:</b>	Ostensivo (Público)
<b>Tipo do Conferência:</b>	Cópia Simples

Documento assinado eletronicamente por:

- Janaina Gomes da Cruz, ALUNO (201918740025) DE LICENCIATURA EM QUÍMICA - SOUSA, em 17/09/2024 00:18:53.

Este documento foi armazenado no SUAP em 17/09/2024. Para comprovar sua integridade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifpb.edu.br/verificar-documento-externo/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 1250552

Código de Autenticação: 5ad9c8d5d0

