



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO CEARÁ –
***Campus* ARACATI**
CURSO DE LICENCIATURA EM QUÍMICA

JEFFERSON FELIPE BRITO DA SILVA

**PRODUÇÃO DE BIODIESEL A PARTIR DO ÓLEO DE FRITURA: UMA
PROPOSTA METODOLÓGICA PARA AULAS PRÁTICAS DE QUÍMICA E PARA
O DESCARTE INCORRETO DE ÓLEOS VEGETAIS NO MEIO AMBIENTE**

ARACATI

2022

JEFFERSON FELIPE BRITO DA SILVA

PRODUÇÃO DE BIODIESEL A PARTIR DO ÓLEO DE FRITURA: UMA PROPOSTA
METODOLÓGICA PARA AULAS PRÁTICAS DE QUÍMICA DO ENSINO MÉDIO.

Monografia apresentada ao Curso de Química do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, *campus* Aracati, como requisito parcial para a obtenção do grau de Licenciado em Química.

Orientador: Prof. Dr. Francisco Adilson Matos Sales.

ARACATI

2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Instituto Federal do Ceará - IFCE
Sistema de Bibliotecas - SIBI

Ficha catalográfica elaborada pelo SIBI/IFCE, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- S586p Silva, Jefferson Felipe Brito da.
PRODUÇÃO DE BIODIESEL A PARTIR DO ÓLEO DE FRITURA : UMA PROPOSTA
METODOLÓGICA PARA AULAS PRÁTICAS DE QUÍMICA E PARA O DESCARTE INCORRETO DE
ÓLEOS VEGETAIS NO MEIO AMBIENTE / Jefferson Felipe Brito da Silva. - 2022.
43 f. : il. color.
- Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Instituto Federal do Ceará, Licenciatura em Química,
Campus Aracati, 2022.
Orientação: Prof. Dr. Francisco Adilson Matos sales.
1. Biodiesel. 2. Prática de laboratório. 3. Química orgânica. I. Título.

CDD 540

JEFFERSON FELIPE BRITO DA SILVA

PRODUÇÃO DE BIODIESEL A PARTIR DO ÓLEO DE FRITURA: UMA PROPOSTA
METODOLÓGICA PARA AULAS PRÁTICAS DE QUÍMICA DO ENSINO MÉDIO.

Monografia apresentada ao Curso de Química do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, *campus* Aracati, como requisito parcial para a obtenção do grau de Licenciado em Química.

Orientador: Prof. Dr. Francisco Adilson Matos Sales.

Aprovado em : 16 / 02 / 2022.

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. Francisco Adilson Matos Sales (Orientador)

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE) – Campus Aracati

Prof. Me. Antônio Hermeson de Sousa Castro.

1º Examinador

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE) – Campus Aracati

Prof. Dr. Alan Bezerra Torres

2º Examinador

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE) – Campus Aracati

A minha Mãe e ao meu Pai, por todo o seu amor.

Dedico.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, à Deus pelo dom da vida e pelas conquistas até então.

À minha família, em especial aos meus pais e irmãos, pelo apoio e incentivo de sempre.

Agradeço, também, ao professor e orientador Francisco Adilson Matos Sales, pela paciência, orientação e pelo tempo dedicado a este trabalho.

Agradeço ao corpo docente do IFCE – *Campus* Aracati, pelos ensinamentos e por todo apoio e atenção que me deram durante minha trajetória no instituto.

Por fim, agradeço a todos meus companheiros de turma e todos aqueles que me ajudaram de maneira positiva para que este trabalho fosse realizado.

RESUMO

A Química se torna uma matéria de difícil entendimento pelo fato de não haver relação entre teoria e prática. Este trabalho tem como objetivo produzir biodiesel a partir do óleo de fritura, com a utilização do etóxido de sódio, produzido a partir da reação do álcool etílico e sódio metálico. O rendimento da reação foi maior que 62,80% para o óleo puro e 53,50% para o óleo de fritura. A caracterização foi realizada através de medidas de pH, massa específica e viscosidade. Os resultados confirmam a produção do biodiesel. Ao final do trabalho foi produzido um roteiro para práticas laboratoriais a serem aplicadas em escolas com Ensino Médio, na matéria de Química Orgânica, geralmente ministrada no 3º Ano do Ensino Médio.

Palavras-chave: Biodiesel. Prática de laboratório. Química orgânica.

ABSTRACT

Chemistry becomes a subject that is difficult to understand because there is no relationship between theory and practice. This work aims to produce biodiesel from frying oil, using sodium ethoxide, produced from the reaction of ethyl alcohol and metallic sodium. The reaction yield was greater than 62.80% for the pure oil and 53.50% for the frying oil. The characterization was conducted through measurements of pH, specific mass and viscosity. The results confirm the production of biodiesel. At the end of the work, a script was produced for laboratory practices to be applied in schools with High School, in the subject of Organic Chemistry, usually taught in the 3rd Year of High School.

Keywords: Biodiesel. Laboratory practice. Organic chemistry.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Reação de transesterificação.....	18
Figura 2 - Filtragem do óleo de fritura da marca PRIMOR.	22
Figura 3 - Aquecimento do óleo da PRIMOR de fritura.	22
Figura 4 - Álcool Etilico.....	23
Figura 5 - A: Estabilização da solução de etóxido de sódio do óleo puro. B: Estabilização da solução de etóxido de sódio do óleo de fritura reutilizado.	25
Figura 6 - A: Separação do óleo puro e glicerina. B: Separação do óleo de fritura e glicerina.	26
Figura 7 - A: Biodiesel produzido do óleo de soja puro. B: Biodiesel produzido a partir do óleo de soja de fritura.	27
Figura 8 - A: Picnômetro cheio com biodiesel de óleo puro. B: Picnômetro cheio com biodiesel de óleo de fritura reutilizado.	29

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Informações dos óleos obtidos.	21
Tabela 2 - Amostras do Óleo da marca Primor.	31
Tabela 3 - Resultado de viscosidade.	33
Tabela 4 - Resultado de pH.	33
Tabela 5 - Valores da massa específica.	34
Tabela 6 - Resultados gerais das amostras de biodiesel produzidas.	35

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	14
2.1	A importância da Química no Ensino Médio	14
2.2	A importância de aulas práticas no ensino da Química	15
2.3	Biodiesel	16
	2.3.1 <i>Produção de biodiesel a partir do aproveitamento do óleo de fritura</i>	17
	2.3.2 <i>Reação de transesterificação</i>	18
	2.3.3 <i>Métodos de qualificação do biodiesel</i>	20
3	METODOLOGIA	20
3.1	Primeira etapa: Óleo de fritura	20
	3.1.1 <i>Obtenção do óleo</i>	20
	3.1.2 <i>Tratamento do óleo obtido</i>	21
3.2	Segunda etapa: Produção de biodiesel a partir do óleo de soja de puro e de fritura	23
	3.2.1 <i>Álcool utilizado</i>	23
	3.2.2 <i>Catalisador</i>	24
	3.2.3 <i>Reação de transesterificação</i>	24
	3.2.4 <i>Óleo obtido na reação de transesterificação e sua separação</i>	25
	3.2.5 <i>Lavagem e secagem do biodiesel</i>	26
3.3	Caracterização do biodiesel	27
	3.3.1 <i>Massa específica</i>	28
	3.3.2 <i>Potencial hidrogeniônico, pH</i>	29
	3.3.3 <i>Viscosidade</i>	30
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	30
4.1	Volume e rendimento das 2 amostras de biodiesel	31
	4.1.1 <i>Volume obtido e rendimento do biodiesel produzido</i>	31
4.2	Separação e aspecto das 2 amostras de óleo	31
4.3	Viscosidade	32

4.4	pH.....	33
4.5	Massa específica	34
4.6	Dados gerais das amostras de biodiesel produzida.....	34
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	35
6	CONCLUSÃO.....	36
	REFERÊNCIAS	37
	APÊNDICE A – ROTEIRO PRÁTICO: PRODUÇÃO DE BIODISEL	39

1 INTRODUÇÃO

Um dos ensinamentos mais antigos do mundo é o das Ciências Exatas, pois elas explicam todos os fenômenos que acontecem ao nosso redor, desde o simples acender um fósforo até as complexas explosões vulcânicas. Compreender esses eventos naturais é essencial para a vida humana, uma vez que lidamos diariamente com eles. Então, é de extrema importância que as escolas ensinem a respeito desses fenômenos, por meio das matérias das Ciências Exatas (Química, Física, Matemática). Porém, nem todos os alunos estão habituados a estudar sobre estes conteúdos, ou nem mesmo gostam deles.

Um dos motivos para que os alunos não obtenham êxito quando se trata de matérias desta área, especificamente a Química, é a falta de apoio e investimento por parte do governo. Na maioria dos casos, nota-se que os investimentos feitos custeiam apenas demandas básicas das instituições, dificultando de forma significativa a melhoria da infraestrutura e o incentivo a novas práticas pedagógicas. Com essa falta de apoio e aplicação por parte do governo, várias áreas são afetadas no ambiente escolar e, como tudo funciona em conjunto no âmbito educacional, o ensino-aprendizagem é prejudicado por essa falta de capital financeiro. Dessa forma, as escolas não têm laboratórios de Química bem estruturados para dar o suporte necessário para que o aluno obtenha êxito no quesito teoria-prática, tornando o ensino do conteúdo algo bastante desafiador. Logo, percebe-se que uma parcela dos alunos sente dificuldades quando começam a estudar as matérias das Ciências da Natureza, principalmente a disciplina de Química.

O governo executa um papel fundamental quando o assunto é o âmbito educacional, pois ele é responsável pela liberação de verbas, como também pela criação de políticas públicas para que uma escola ou uma universidade tenha todas as condições de oferecer uma educação de qualidade para seus alunos. Isso vai desde a infraestrutura das escolas, incentivo aos alunos com bolsas remuneradas, até a capacitação dos professores, de modo que tenham condições de oferecer o melhor ensino em sala de aula.

Todas essas vertentes são refletidas na escola, quando observado o desenvolvimento dos alunos nas disciplinas. Esse aproveitamento fica mais difícil de ocorrer quando não há uma relação entre teoria e prática, pois, em se tratando de uma matéria em que o abstrato (teoria) é apenas uma parcela do entendimento do aluno, faz-se necessário que haja um entendimento

também na prática, na qual o estudante aprende fazendo, praticando, e correlacionando assuntos às matérias ensinadas com sua própria vivência, a fim de facilitar o entendimento do conteúdo. Segundo Vásquez: “São, portanto, componentes indissolúveis da práxis, definida como atividade teórico-prática que inclui um lado ideal, teórico, e um lado material, propriamente prático, que só podem ser separados por um processo de abstração” (VÁSQUEZ, 1977, p. 85).

Falar da relação teoria-prática é entender sobre duas vertentes que estão diretamente ligadas uma à outra, uma vez que a prática ajuda o aluno a correlacionar o conteúdo estudado em sala de aula com exemplos que ele mesmo vivência em seu dia a dia. A prática é uma sistematização e ilustração da teoria, já que ela é a responsável por ajudar a explicar a teoria em todos os sentidos. A relação teoria-prática é uma das relações mais comentadas por autores renomados e uma das mais importantes no mundo educacional, visto que será decisiva no processo de formação dos futuros professores e, conseqüentemente, dos alunos deles.

Por mais que a maioria das escolas não tenha estruturas adequadas para montar um laboratório de Química, é necessário que as mesmas despertem em seus alunos o interesse pela busca do conhecimento químico, ou seja, buscar formas alternativas para realizar práticas que seriam feitas em laboratórios, adaptando-as para que sejam executadas até mesmo na própria sala de aula, com materiais de baixo custo. Isso faz com que o aluno tenha mais interesse pela matéria de Química, resultando em um aproveitamento mais efetivo sobre a disciplina.

Partindo desse princípio, de que a prática laboratorial é essencial e importante na moldação dos alunos enquanto meros aprendizes, os professores de Química estão tentando distanciar-se do método tradicional, no qual os alunos apenas absorvem o conteúdo, e tentando colocar tais conteúdos em prática. Geralmente, quando a escola não oferece uma estrutura adequada em relação aos laboratórios, os professores procuram realizar aulas práticas simples.

Visando todas essas problemáticas, o presente trabalho tem como principal objetivo a produção de biodiesel a partir da reutilização do óleo de soja de fritura, bem como o incentivo a aulas práticas de Química no Ensino Médio e a utilização de materiais que seriam, na verdade, apenas descartados (muitas vezes, de forma incorreta). A partir desse estudo, será elaborado um roteiro experimental para ser utilizado em práticas experimentais de síntese orgânica.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 A importância da Química no Ensino Médio

É notório que grande parte dos alunos de Ensino Médio não demonstram interesse algum em aprender a matéria de Química, e isso, na maioria das vezes, se dá pelo modo como os professores estão abordando os conteúdos desta disciplina, ou seja, a forma com que esse conteúdo está sendo repassado para os alunos. Para Pontes *et al.*, (2008), “os conteúdos são trabalhados de forma descontextualizada, tornando-se distantes da realidade e difíceis de compreender, não despertando o interesse e a motivação dos alunos”.

Contudo, as escolas públicas de Ensino Médio do Brasil, em alguns casos, não prezam que o aluno aprenda a matéria, pois o ensino por parte dos professores ainda é muito voltado para a memorização. Ou seja, o aluno é apenas um mero ouvinte e o professor ministra o conteúdo somente como forma de reprodução de conhecimento, esquecendo-se de relacionar tais conteúdos com a vida cotidiana. Nesta linha de pensamento, sobre relacionar o cotidiano do aluno na sala de aula, Pontes (2008) afirma que:

“Por outro lado, propostas mais progressistas indicam a possibilidade de se buscar a produção do conhecimento e a formação de um cidadão crítico, podendo analisar, compreender e utilizar esse conhecimento no cotidiano, tendo condições de perceber e interferir em situações que contribuem para a melhoria de sua qualidade de vida” (PONTES et al., 2008, p. 1).

Portanto, é de extrema importância adotar e aplicar metodologias que agucem o senso crítico do aluno, para que ele possa desenvolver opiniões críticas sobre diversos assuntos que o rodeiam em seu cotidiano, pois, em muitas vezes, o ensino visa apenas o conhecimento específico de uma determinada matéria e não preza, também, pela formação do cidadão crítico.

2.2 A importância de aulas práticas no ensino da Química

Nessa perspectiva, surge a necessidade do aluno, enquanto aprendiz, de relacionar o que foi passado em sala de aula com a prática. Por este motivo, as aulas práticas, principalmente na matéria de Química, são indispensáveis, uma vez que é por meio dessas atividades que os alunos fixarão melhor o conhecimento adquirido na teoria em sala de aula.

No ensino de ciências, a experimentação pode ser uma estratégia eficiente para a criação de problemas reais que permitam a contextualização e o estímulo de questionamentos de investigação, por isso é importante o professor relacionar a prática com a teoria e com o cotidiano do aluno, facilitando a aprendizagem, segundo afirma Guimarães (2009).

Todavia, é de extrema importância que os professores e alunos estejam atentos ao chamado reducionismo, ou seja, o fazer pelo fazer, quando se trata de aulas práticas. Pouco adianta o aluno estar inserido em um laboratório, mas fazendo experimentos de forma mecânica ou desatenta, sem nada que contribua realmente para o seu processo de aprendizagem. Nessa perspectiva, Chassot (2003) insiste sobre os perigos do reducionismo nessa modalidade de aulas práticas em laboratórios, que hoje se tornou um modismo.

Já se sabe que as aulas práticas são de extrema importância para o ensino-aprendizagem, porém os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) deixam claro que a experimentação, na escola média, tem função pedagógica. Não se pode comparar experiências feitas em laboratórios de escola de Ensino Médio com experiências realizadas por cientistas, pois as experiências realizadas nas escolas têm importância apenas no quesito ensino-aprendizagem. Todavia, a experimentação formal em laboratórios didáticos, por si só, não soluciona o problema, por isso não se desvincula “teoria” e “laboratório”. Contudo, Chassot (2003) chama atenção para executar um experimento sem que haja uma contextualização com o que está sendo estudado em sala de aula. Este fazer na prática deve, ou deveria, vir relacionado com a teoria estudada em sala de aula, ou vice-versa. Por que não? Uma das maneiras de relacionar as aulas poderia ser a prática antes da teoria (TREVISAN; MARTINS, 2016).

2.3 Biodiesel

O Biodiesel, diferente dos combustíveis derivados do petróleo, é um tipo de combustível renovável que pode ser obtido a partir de óleos vegetais ou de gordura animal, podendo substituir diretamente o diesel que é produzido a partir do petróleo. Uma das principais características positivas do biodiesel é ser um combustível renovável, ou seja, ele resulta da produção agrícola, fechando o ciclo do carbono, e não de um combustível fóssil que leva ao aumento do CO₂ na atmosfera e, conseqüentemente, o aumento do aquecimento global do planeta (SILVA, 2014).

Um dos fatores que fazem com que o biodiesel seja considerado um substituto do petróleo em relação aos combustíveis é a sua diversidade em relação às inúmeras matérias-primas que podem ser utilizadas para a sua produção. Das que são mais utilizadas atualmente, no Brasil, três são destaque: 84% soja, 12,4% gordura bovina e 2,1% de algodão. Porém, o aumento do consumo dessas matérias-primas para a produção de biodiesel levou os especialistas a acreditarem que a produção das mesmas seria um dos principais fatores para o problema do desmatamento nos solos brasileiros, uma vez que sua demanda de plantio aumentará, o que acarretaria problemas no fornecimento de alimentos para a população, já que a maior parte deste plantio seria destinado para a produção de biodiesel (MORAIS *et al.*, 2013).

O elevado custo de fabricação dos óleos vegetais refinados para a produção de biodiesel é também uma das principais desvantagens, uma vez que a plantação das mesmas requer grandes áreas de plantio e alto custo de manutenção (água, produtos químicos, maquinários), armazenamento dos grãos, extração e purificação dos óleos (MORAIS *et al.*, 2013).

A produção de biodiesel pode ser feita pela reação de transesterificação, que também é conhecida por alcoólise, de gorduras animais ou óleos vegetais. Porém, o biodiesel também pode ser produzido pela esterificação de ácidos graxos livres. Nos dois métodos de produção do biodiesel, utiliza-se um catalisador ácido, básico ou enzimático, que pode ser homogêneo ou heterogêneo (CORDEIRO *et al.*, 2011).

Quando o biodiesel é produzido pela reação de transesterificação, requer algumas características técnicas que são de grande importância para que o resultado seja satisfatório. Como, por exemplo, a ausência total de ácidos graxos remanescentes com a completa reação

de transesterificação. Outro fator importante é a produção de um biodiesel que tenha alta pureza, ou seja, que não contenha traços de glicerina, bem como de catalisador residual e de álcool excedente da reação (NETO *et al.*, 2006).

2.3.1 Produção de biodiesel a partir do aproveitamento do óleo de fritura

No contexto atual em que o mundo vive, em que há uma grande poluição ambiental, é de extrema importância que procuraremos alternativas para o alto consumo de petróleo no mundo. Com isso, a reciclagem de resíduos agrícolas e agroindustriais tem ganhado força quando o assunto é a diminuição da poluição e possibilidades para a produção de biodiesel a partir desses resíduos. Alguns projetos estão sendo desenvolvidos no Brasil com o intuito de aproveitar matérias-primas de baixo custo para a produção de biocombustíveis, tendo um destaque para o óleo de soja “usado”, ou seja, o óleo de fritura (NETO *et al.*, 2006).

O óleo de soja é utilizado pela maioria dos brasileiros para o cozimento de frituras, por conta da transferência de calor, sendo muito utilizado em pontos comerciais de alimentos, como restaurantes, bares e lanchonetes. O uso diário do óleo de soja em comércios pode variar de 15 a 350 litros, a temperaturas de 180-200°C, em processos descontínuos. Contudo, em indústrias de empanados, salgadinhos e congêneres, a quantidade de óleo utilizada varia bastante, podendo chegar até mesmo aos 1000 litros (NETO *et al.*, 2006).

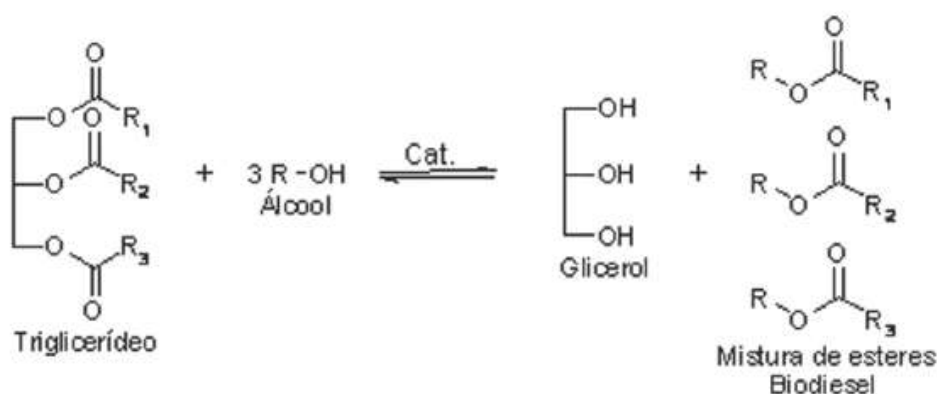
Como a utilização desse óleo é em grande escala, com usos diários domésticos e industriais, é fato que o óleo utilizado será descartado no meio ambiente, o que aumenta a sua degradação. Todavia, os pesquisadores solucionaram o problema do óleo que seria descartado no meio ambiente, pois ele pode ser reutilizado como matéria-prima principal para a produção de biodiesel. A respeito do âmbito ambiental, as vantagens que a reutilização do óleo de soja trará será de 100%, visto que isso reduz os impactos poluidores promovidos pelo descarte indevido dos óleos residuais de fritura. E sobre a produção de biodiesel a partir do óleo de fritura, a qualidade do biocombustível produzido pode variar de acordo com o estado da matéria-prima utilizada, ou seja, o estado de conservação do óleo (MORAIS *et al.*, 2013).

No Brasil, atualmente, não existem parâmetros para a determinação da qualidade do biodiesel produzido a partir do óleo de fritura, porém, na literatura existem alguns métodos de análise para verificar a qualidade dele. As análises descritas para a verificação da qualidade do biocombustível são: viscosidade, acidez e cor do óleo obtido (MORAIS *et al.*, 2013).

2.3.2 Reação de transesterificação

A produção de biodiesel se dá pela reação de transesterificação, que é definida pela reação de triglicerídeos presentes nos óleos vegetais, principalmente o óleo de soja, que reage com um álcool. Nesta reação também se utiliza um catalisador. Na maioria das vezes, são utilizados catalisadores básicos (SILVA, 2014). Essa reação acarreta a produção de ésteres e um subproduto, ou seja, produção de biodiesel e glicerol, como mostra a Figura 1:

Figura 1 - Reação de transesterificação.



Fonte: SANTOS; PINTO, 2009.

Na reação de transesterificação, a variedade de álcoois que podem ser utilizados é grande, porém os mais usados são álcoois de cadeias curtas, sendo o metanol e o etanol os mais utilizados dentre eles. O uso do metanol se dá, na maioria das vezes, mais em escala comercial, e isto está ligado à sua polaridade, pois facilita o processo de separação entre os ésteres e a glicerina, além da sua alta reatividade, que, conseqüentemente, resulta em um menor tempo e temperatura de reação (NEVES, 2012).

Já a reação de transesterificação utilizando o etanol é a mais propícia, visto que o etanol é considerado menos tóxico que o metanol e o mesmo podem ser obtidos por meio de fontes renováveis. Uma das vantagens do etanol é que o biodiesel produzido a partir dele terá um número maior de índice de cetano. A produção de biodiesel brasileiro seria mais viável com a utilização do etanol, já que o Brasil é autossuficiente em se tratando desse álcool, visto que o país possui grandes áreas de plantações de cana-de-açúcar, matéria-prima principal para a produção de etanol (NEVES, 2012).

Juntamente com o álcool, utiliza-se também catalisadores (geralmente básicos) na reação. A utilização de catalisadores básicos se dá pela facilidade de os mesmos serem facilmente dissolvidos no meio reacional, bem como o baixo custo da utilização deles. Normalmente, são usados como catalisadores básicos o hidróxido de potássio (KOH) e o hidróxido de sódio (NaOH). Sem os catalisadores básicos, a reação de transesterificação acontece de forma lenta e com baixo rendimento. Porém, não apenas catalisadores básicos são empregados nas reações de transesterificação para a produção de biodiesel; utiliza-se também catalisadores ácidos, contudo, são catalisadores menos usados, segundo a literatura (SILVA, 2014).

A reação de transesterificação pode até parecer simples, porém, ao realizá-la, deve-se adotar alguns cuidados durante o experimento, pois algumas variáveis podem interferir de forma negativa ao longo do processo. Um exemplo dessas variáveis é a relação molar dos reagentes e a condição inicial do óleo utilizado. Um dos principais fatores que determinam a qualidade final do biocombustível é o teor de ácidos graxos livres (AGL) presentes no óleo, já que o teor de AGL elevado em determinados óleos vegetais podem influenciar qualitativa e quantitativamente na reação de transesterificação, uma vez que matérias-primas contendo acidez maior que 0,50 (% m/m) de AGL e umidade maior que 0,25 (% m/m) de água não são favoráveis para a reação, conseqüentemente será necessário o emprego prévio de uma reação de esterificação para diminuir o número de AGL presentes no óleo (COSTA *et al.*, 2020).

2.3.3 Métodos de qualificação do biodiesel

De fato, a produção de biodiesel torna-se viável no aspecto ambiental e econômico. Porém, quando é feita a comparação entre o diesel produzido a partir do petróleo e o biodiesel produzido a partir de óleos vegetais, quando injetados em motores que funcionam a diesel, percebe-se que o diesel produzido a partir de óleos vegetais possuem algumas deficiências, e essas deficiências estão ligadas diretamente à sua qualidade. Tais deficiências têm a ver com as propriedades físicas desse biodiesel, como por exemplo sua alta viscosidade, sua baixa volatilidade, seu caráter poli-insaturado e sua combustão incompleta (FERRARI; OLIVEIRA; SCABIO, 2004).

Após a produção do biodiesel, é de extrema importância que o mesmo passe por um processo de qualificação, ou seja, é necessário fazer testes para verificar se aquele biocombustível produzido está apto para ser injetado em motores de veículos. É importante que o biocombustível produzido tenha uma eficiência significativa nesses casos.

A qualidade dos biocombustíveis produzidos segue alguns parâmetros, e o não cumprimento desses parâmetros desobedece à NORMA EN 14214:2008, que versa justamente sobre a regularização da qualidade dos biocombustíveis produzidos em grande escala. Com isso, algumas análises são necessárias para o teste de qualificação do biocombustível obtido.

3 METODOLOGIA

3.1 Primeira etapa: Óleo de fritura

3.1.1 Obtenção do óleo

Para a realização deste trabalho, que tem como objetivo a produção de biodiesel a partir do reaproveitamento do óleo de soja, utilizou-se um óleo de uma única marca (Primor). A amostra que seria reutilizada foi obtida em um restaurante na cidade de Icapuí, e uma outra amostra de óleo de soja da mesma marca puro foi obtida em um supermercado local.

Já que se trata de uma reutilização do óleo de fritura, antes de realizar a reação de produção de biodiesel, foi necessário um tratamento prévio para se remover partículas e impurezas que pudessem interferir na reação.

É importante destacar a periodicidade com que o óleo obtido foi usado, ou seja, quantas vezes aquele óleo foi utilizado no dia ou na semana. O responsável pelo estabelecimento onde o óleo da marca Primor foi utilizado informou que a periodicidade de utilização do óleo era quatro vezes ao dia e, logo após a utilização, era descartado na pia do estabelecimento.

A amostra de óleo de soja da marca Primor puro também foi analisada, porém, diferente da amostra reutilizada, essa amostra de óleo de soja puro servirá como padrão, ou seja, servirá para fins comparativos com a amostra já utilizada para fritura, ilustrado na Tabela 1.

Tabela 1 - Informações dos óleos obtidos.

MARCA DO ÓLEO	ESTABELECIMENTO	ALIMENTO UTILIZADO NA FRITURA	NÚMERO DE VEZES UTILIZADO
PRIMOR	RESTAURANTE	PEIXE	4
PRIMOR	SUPERMERCADO	NÃO UTILIZADO	NÃO UTILIZADO

Fonte: Próprio autor.

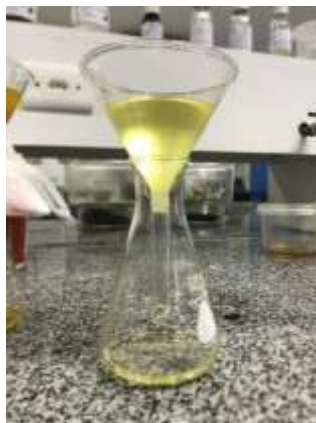
3.1.2 Tratamento do óleo obtido

Diferentemente do óleo comprado no supermercado (que é um óleo puro e limpo), as amostras de óleo de fritura utilizados e obtidos para este trabalho vieram de um estabelecimento comercial que visa a comercialização de alimentos, ou seja, um restaurante. Óleos de fritura desses locais, quase sempre, foram utilizados várias vezes ao dia, o que os tornou bastante desgastados, o que levou à necessidade de um tratamento prévio para a produção de biodiesel.

A amostra de óleo de soja de fritura obtida, da marca Primor, passou por dois processos de tratamento. Um de filtração e outro em que o óleo passava por um processo de aquecimento.

O processo de filtração foi necessário para a retirada de impurezas de alto grau, ou seja, que eram possíveis de serem vista a olho nu, sendo assim, se fossem retidas no óleo, poderiam acarretar problemas para o processo de produção de biodiesel, ilustrado na Figura 2.

Figura 2 - Filtração do óleo de fritura da marca PRIMOR.



Fonte: Próprio autor.

Após o processo de filtração, o óleo obtido na filtração passou por um processo de aquecimento (cerca de 60°C) para eliminar possíveis moléculas de água que pudessem acompanhar o óleo, ilustrado na Figura 3. Se as amostras de óleo tivessem moléculas de água presentes em sua estrutura, isso facilitaria um processo chamado de saponificação, em que a reação de transesterificação passaria a formar sabão, ao invés de biodiesel.

Figura 3 - Aquecimento do óleo da PRIMOR de fritura.



Fonte: Próprio autor.

3.2 Segunda etapa: Produção de biodiesel a partir do óleo de soja de puro e de fritura

3.2.1 Álcool utilizado

A variedade de álcoois utilizados em reações de transesterificação é enorme, tais como metanol, etanol, propanol e butanol. Porém, nem todos os álcoois listados têm a mesma eficiência, pois o metanol e etanol apresentam uma maior eficiência na reação de transesterificação. O etanol se torna mais vantajoso em questão do custo-benefício, uma vez que é produzido em grande escala no Brasil e pode ser obtido por meio da cana-de-açúcar. Já o metanol se torna mais vantajoso quando se trata da reação em si, pois apresenta uma maior velocidade de reação, se comparado ao etanol (SILVA, 2014).

Para este trabalho, utilizou-se apenas o etanol na reação de transesterificação. Este composto, também conhecido como álcool etílico, ilustrado na Figura 4, é um dos álcoois que apresenta uma eficiência significativa na reação de transesterificação. O álcool etílico absoluto, 99,5%, da marca Anidrol, foi obtido no laboratório de Química do IFCE – *Campus* Aracati.

Figura 4 - Álcool Etilico



Fonte: Próprio autor.

3.2.2 Catalisador

Como já supracitado, em reações de transesterificação, os catalisadores mais utilizados na literatura e que apresentam uma maior eficiência são os catalisadores básicos, destacando-se o hidróxido de sódio e hidróxido de potássio, NaOH e KOH, respectivamente. No entanto, a adição desses catalisadores deve ser muito bem controlada, pois, dependendo da quantidade adicionada, pode ocorrer uma reação de saponificação, produzindo sabão ao invés de um éster.

No presente trabalho, utilizou-se sódio metálico reagindo com o etanol para produzir o etóxido de sódio, uma base forte que dispensa o uso de catalisador e evita formação de sabão devido à ausência do íon hidroxila, aumentando o rendimento da reação e ocasionando uma maior eficiência da síntese de transesterificação.

3.2.3 Reação de transesterificação

Para a produção de biodiesel a partir da reação de transesterificação, utilizou-se o álcool etanol com 99,5% de pureza. Mediu-se, em uma proveta, 80 ml do mesmo álcool para a produção da solução de etóxido de sódio, que é a junção do álcool escolhido (etanol) com o catalisador utilizado na reação de transesterificação (sódio metálico). Do catalisador, foi pesado cerca de 10g para a preparação da solução.

Logo após, o volume de 80 ml do álcool etílico foi adicionado em um Erlenmeyer e aquecido a uma temperatura de 60°C, verificada com o auxílio de um termômetro. Após 10 minutos, adicionou-se pequenos pedaços do sódio metálico, para que a dissolução fosse integral, e esperou-se até que a solução se formasse com o sódio totalmente dissolvido. A solução formada ficou em aquecimento por cerca de 30 minutos até sua estabilização. Foi preparado cerca de 80ml de etóxido de sódio para ser utilizado nas duas amostras de óleo de soja (puro e de fritura).

Após a solução de etóxido de sódio ter sido previamente preparada, adicionou-se lentamente dois Erlenmeyer contendo as duas amostras de óleo de soja (puro e usado) com a ajuda de uma pipeta. Utilizou-se um agitador magnético com aquecimento e a solução formada

(etóxido de sódio mais óleo de soja) ficou sob sua agitação, e aquecimento a 60°C, até que a solução estabilizasse. Esse processo durou cerca de 80 minutos, ilustrado na Figura 5.

Figura 5 - A: Estabilização da solução de etóxido de sódio do óleo puro. B: Estabilização da solução de etóxido de sódio do óleo de fritura reutilizado.



Fonte: Próprio autor.

3.2.4 Óleo obtido na reação de transesterificação e sua separação

Logo após o processo de reação de transesterificação, obteve-se uma mistura de óleo contendo impurezas, Dessa forma, os óleos obtidos passaram por um processo de separação, já que não se tratava apenas do biodiesel propriamente dito, mas sim de uma mistura de biodiesel com glicerina. As misturas foram adicionadas em um funil de separação e lá ficaram durante cerca de 48 horas, onde visou-se a separação pela densidade de cada componente. Sendo assim, o elemento mais denso (glicerina) ficou na parte inferior do funil, e o elemento menos denso (biodiesel) ficou na parte superior.

Depois de 48 horas, foi possível observar a separação entre o biodiesel e a glicerina, ilustrado na Figura 6, concluindo que a primeira etapa de produção de biodiesel (reação de transesterificação) ocorreu efetivamente e o biodiesel bruto (parte mais amarelada) tinha sido formado.

Figura 6 - A: Separação do óleo puro e glicerina. B: Separação do óleo de fritura e glicerina.



Fonte: Próprio autor.

3.2.5 Lavagem e secagem do biodiesel

As amostras de biodiesel obtidas após a separação da mistura dos dois componentes (biodiesel e glicerina) passaram por um processo de tratamento para a remoção de outras impurezas que pudessem interferir ao longo do processo. O processo de lavagem levou em consideração a quantidade de biodiesel produzido, e utilizou-se água destilada para a lavagem. A lavagem aconteceu no funil de separação onde as amostras de biodiesel foram produzidas, então misturou-se o biodiesel com a água destilada. Este procedimento foi repetido cerca de 50 vezes no mesmo dia.

Posteriormente, após o processo de lavagem, observou-se uma separação entre a mistura de biodiesel e a água destilada, na qual percebeu-se uma fase contendo o biodiesel e outra fase contendo a água.

Na primeira amostra do óleo de fritura, observou-se que o biodiesel produzido ficou amarelado e um pouco viscoso. Já o biodiesel produzido do óleo puro ficou uma cor mais

transparente que a do óleo de fritura e menos viscoso, sinal de que teve resultados melhores que o biodiesel produzido a partir do óleo já utilizado, ilustrado na Figura 7.

Figura 7 - A: Biodiesel produzido do óleo de soja puro. B: Biodiesel produzido a partir do óleo de soja de fritura.



Fonte: Próprio autor.

3.3 Caracterização do biodiesel

Após a obtenção do biodiesel “limpo”, é importante que o mesmo passe por uma série de testes para verificar se está realmente de acordo com os parâmetros de qualidade previstas nas normas existentes na literatura. O não cumprimento desses parâmetros acarretará problemas técnicos nos automóveis em que o biodiesel poderá ser utilizado.

A NORMA EN 14214 contém os principais métodos de avaliação de qualidade de qualquer biocombustível produzido em pequena e grande escala, e como o biodiesel produzido a partir do aproveitamento do óleo de fritura se torna um biocombustível, o mesmo passará por estes testes de qualificação, nos quais o teste de massa específica seguirá a NORMA EN 14214.

Porém, neste trabalho, como o tempo e a disponibilização de materiais/reagentes para a realização da parte prática não foram suficientes, e o intuito do trabalho é fazer uma prática simples de química orgânica, não foram realizados todos os métodos de qualificação previstos na NORMA EN 14214.

Os métodos utilizados para a qualificação e caracterização do biodiesel produzido neste presente trabalho levou em consideração o tempo e os equipamentos/reagentes de que dispunha o laboratório de Química do IFCE – *Campus* Aracati quando este trabalho foi realizado.

Os métodos utilizados foram: Massa específica, pH e viscosidade.

3.3.1 Massa específica

De acordo com a NORMA EN 14214, a massa específica de um biodiesel produzido pode variar entre 860 e 900 kg/m³. Se formos fazer uma comparação entre a massa específica de um biodiesel produzido, baseando-se nessa norma, em que a massa pode variar entre 860 e 900 kg/m³, podemos constatar que o biodiesel é menos denso que a água, já que a massa específica da água é de cerca de 1000 kg/m³.

Para a determinação da massa específica do biodiesel produzido, foi necessária a utilização de picnômetro. Em um primeiro momento, mediu-se a massa do picnômetro vazio, picnômetro mais água destilada e picnômetro mais amostras de biodiesel produzido com óleo puro e óleo de fritura reutilizado (Figura 8 – A e B, respectivamente). Esse processo foi realizado para as duas amostras de óleo de soja.

Em seguida, com as três massas já conhecidas (picnômetro vazio, picnômetro mais água destilada e picnômetro mais biodiesel), conseguiu-se calcular as massas dos óleos obtidos e da água destilada. Só foi possível fazer essas medições porque a massa do picnômetro também foi apurada. Com esses resultados, calculou-se o volume do óleo com base na densidade da água a uma temperatura de referência, 30°C. Achado o volume de óleo referente com a densidade da água a 30°, obteve-se a massa específica das duas amostras de óleo, ilustrado na Figura 8.

Figura 8 - A: Picnômetro cheio com biodiesel de óleo puro. B: Picnômetro cheio com biodiesel de óleo de fritura reutilizado.



Fonte: Próprio autor.

3.3.2 Potencial hidrogeniônico, pH

Um dos principais testes de qualidade dos biocombustíveis é o chamado índice de acidez, porém, como o laboratório em que os testes foram realizados não possuía equipamentos necessários para fazer a análise de índice de acidez, foi necessário realizar o teste de pH das amostras de biodiesel produzido, uma vez que o pH é um dos testes de qualidade que mais se parece com o de índice de acidez.

O pH, como é chamado o potencial hidrogeniônico, é um importante parâmetro de qualidade de vários produtos, já que ele mede a concentração de íons H^+ ou OH^- diluídos em uma determinada amostra. Existe uma escala de pH que varia do 1 ao 14, sendo que o 7 é o estado neutro. Quanto mais próximo do nível 14, mais alcalina é a solução testada, e quanto mais próximo do 1, mais ácida é a solução. Nas indústrias, os processos são realizados com o intuito de deixar o pH neutro, ou seja, 7.

Neste trabalho foi realizada a análise de pH nas amostras de biodiesel produzidas com um pHmetro e os resultados destes testes constam do tópico 4 do presente documento.

3.3.3 Viscosidade

A determinação da viscosidade é um importante método de qualificação de biodiesel, pois é essencial para os automóveis. Uma viscosidade baixa ou mesmo alta vai afetar diretamente no rendimento dos motores automobilísticos, uma vez que uma alta viscosidade pode acarretar funcionamento inadequado das bombas e mecanismos injetores do motor. Portanto, a viscosidade está inversamente proporcional com a qualidade do biodiesel, já que quanto menor a viscosidade, maior será a qualidade do biodiesel produzido.

Durante esta pesquisa, para a determinação da viscosidade, utilizou-se uma pipeta de 5ml preenchida com o mesmo volume de biodiesel e em seguida foi cronometrado o tempo de escoamento, em que a viscosidade foi calculada com o auxílio de uma equação.

$$V = \frac{v}{t}$$

Onde:

V = Viscosidade (ml/s)

v = Volume (ml)

t = Tempo de escoamento (s)

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como foi descrito na 1ª etapa da metodologia (obtenção do óleo), foram analisados 2 tipos de óleos: um, da marca Primor, foi utilizado para fazer frituras; o outro tipo, da mesma marca, foi utilizado como padrão (óleo puro, comprado em supermercado e não utilizado). Os resultados das análises do óleo que serviria como padrão (óleo puro) foram necessários para fins comparativos com os óleos já utilizados em frituras.

4.1 Volume e rendimento das 2 amostras de biodiesel

Na tabela 2 que se segue está descrito o volume, como também o rendimento das 2 diferentes amostras de biodiesel produzido.

4.1.1 Volume obtido e rendimento do biodiesel produzido

Fazendo a leitura da tabela de resultados do óleo Primor, após uma comparação entre o ele puro e de fritura, os resultados obtidos de volume do biodiesel do óleo puro foram mais eficazes quando comparados ao óleo de fritura, uma vez que a do óleo Primor puro apresentou uma maior percentagem na produção de biodiesel, cerca de 62,8%, enquanto a do óleo de fritura apresentou 53,5% de biodiesel, ilustrado na Tabela 2.

Tabela 2 - Amostras do Óleo da marca Primor.

Amostra	Primor Puro	Primor Fritura
Volume do biodiesel obtido (ml)	88,0	75,0
Rendimento da reação (%)	62,8	53,5

Fonte: Próprio autor.

Sendo assim, o rendimento apresentado pela amostra do óleo Primor puro foi maior que a do óleo Primor de fritura, uma vez que a produção de biodiesel a partir do óleo puro foi mais eficaz. Porém, isso não implica dizer que a produção de biodiesel a partir do óleo de fritura não tenha tido um resultado satisfatório.

4.2 Separação e aspecto das 2 amostras de óleo

É notório que a produção de biodiesel foi efetiva nas 2 amostras, porém, nem todas apresentaram um grau de rendimento alto como era esperado. Essa informação foi confirmada

com a observação da separação entre biodiesel e glicerina, pois constatou-se que a separação entre essas duas fases não foi tão efetiva na amostra de óleo já utilizado.

A amostra que teve um maior rendimento entre a separação do biodiesel e a glicerina foi a amostra contendo óleo puro, pois percebeu-se nitidamente a separação entre as duas fases. Já a amostra que teve um menor rendimento no quesito separação entre biodiesel e glicerina foi a amostra do óleo de fritura, em que pode-se observar que a separação entre esses dois componentes (biodiesel e glicerina) não foi tão eficiente se comparada à outra amostra.

Em termos de aspecto, as amostras de biodiesel produzidas a partir do óleo puro e óleo já utilizado demonstraram aspectos divergentes: na amostra em que se utilizou o óleo já usado o biodiesel produzido ficou um pouco mais amarelada, apresentando uma alta viscosidade.

4.3 Viscosidade

Os resultados obtidos de viscosidades estão descritos na tabela 3 e foram calculados da seguinte maneira:

- Para a amostra de óleo puro:

$$V = \frac{v}{t}$$
$$V = \frac{5}{6,55} = 0,763 \text{ mL/s}$$

- Para a amostra de óleo de fritura:

$$V = \frac{v}{t}$$
$$V = \frac{5}{6,71} = 0,745 \text{ mL/s}$$

Tabela 3 - Resultado de viscosidade.

Amostra	Tempo de escoamento (s)	Volume	Viscosidade (ml/s)
Biodiesel óleo puro	6,55	5 ml	0,763
Biodiesel óleo de fritura	6,71	5 ml	0,745

Fonte: Próprio autor.

De acordo com a tabela 3, a amostra que apresentou melhor viscosidade foi a amostra do biodiesel produzido a partir do óleo de fritura, com uma viscosidade de 0,745 ml/s. Já a viscosidade da amostra contendo o biodiesel produzido com óleo puro, foi de 0,763 ml/s. Porém, os resultados de viscosidade das duas amostras foram muito próximos.

O cálculo de viscosidade foi importantíssimo para esse trabalho, uma vez que a viscosidade do óleo atua como um parâmetro na determinação do tempo na reação de transesterificação, estabelecendo uma relação entre viscosidade e a conversão do biodiesel.

4.4 pH

Os resultados de pH das duas amostras de biodiesel estão descritos na tabela 4:

Tabela 4 - Resultado de pH.

Amostra	pH
Óleo de soja puro	7,23
Óleo de soja reutilizado	7,31

Fonte: Próprio autor.

O potencial hidrogeniônico mostrou-se satisfatório para ambas as amostras, já que o resultado do mesmo nas duas amostras foi levemente alcalino, ou seja, muito próximos do pH neutro, 7.

É importante destacar que mesmo que não haja uma legislação que defina um pH ideal para o biodiesel, valores de pH muito altos ou muito baixos podem danificar motores automotivos, uma vez que muito ácido ou muito básico pode haver corrosões intensas na parte interna dos motores.

4.5 Massa específica

Para a obtenção das massas específicas, foram realizados os seguintes cálculos:

Na tabela 5, consta os valores obtidos das massas específicas das amostras de biodiesel analisadas (biodiesel de óleo puro e biodiesel de óleo reutilizado).

Tabela 5 - Valores da massa específica.

Amostra	Massa específica (kg/m³)
Primor Puro	872
Primor fritura	869

Fonte: Próprio autor.

Com os resultados das massas específicas obtidos, conclui-se que os valores encontrados para das mesmas estão de acordo com os valores exigidos para massas específicas pela NORMA EM 14214, que pode variar de 860 a 900kg/m³. O valor encontrado da massa específica para o biodiesel produzido a partir do óleo reutilizado se torna ligeiramente inferior ao biodiesel produzido a partir do óleo puro. Em contrapartida, a massa específica do biodiesel de óleo reutilizado está dentro do limite proposto pela NORMA EM 14214.

4.6 Dados gerais das amostras de biodiesel produzida

A Tabela 6 mostra os resultados gerais de todos os testes de qualificação que foram realizados nas amostras de biodiesel produzidas. Portanto, com os testes realizados, constatou-se que o biodiesel foi formado e se mostrou promissor nos testes de qualificação, uma vez que obteve-se resultados significativos.

Tabela 6 - Resultados gerais das amostras de biodiesel produzidas.

Amostra	Rendimento (%)	Massa específica (kg/m³)	pH	Viscosidade (ml/s)
Óleo puro	62,8	872	7,23	0,763
Óleo reutilizado	53,5	869	7,31	0,745

Fonte: Próprio autor.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Segundo a NORMA EM 14214, o teste de índice de acidez para o biodiesel é um importante parâmetro, uma vez que vai medir a acidez presente naquele biodiesel produzido. Porém, como o laboratório no qual fizemos estes testes não possuía equipamentos necessários para realizar a análise de índice de acidez, foi feita uma leitura simples de pH com um pHmetro presente no laboratório de Química do IFCE – *Campus* Aracati.

O único parâmetro de qualidade de biodiesel em que foi possível verificar condizer com a NORMA EM 14214 foi a massa específica, em que os resultados obtidos estavam de acordo com o esperado pela NORMA EM 14214. Porém, o resultado obtido de viscosidade obtido não foi compatível com o que a NORMA EM 14214 exige, uma vez que o laboratório não tinha um viscosímetro (equipamento necessário para realizar a leitura de viscosidade). Desse modo, esse teste foi realizado de forma simples, com os equipamentos presentes no laboratório.

Sendo assim, considera-se que os resultados obtidos foram promissores para a produção de biodiesel, e o trabalho foi de extrema importância para servir de incentivo para alunos e professores que desejam colocar em prática tudo que têm aprendido em sala de aula e fazer com que a Química seja uma disciplina mais proveitosa nas escolas, tanto pelos alunos quanto pelos professores.

A partir dos experimentos realizados, foi desenvolvido um roteiro para produção do biodiesel, a ser utilizado em práticas de síntese orgânica.

6 CONCLUSÃO

Com os resultados obtidos de massa específica, viscosidade e pH, foi possível produzir biodiesel com o óleo da marca Primor, tanto em estado puro quanto usado no preparo de frituras. O óleo Primor puro teve uma maior eficiência quando comparado ao óleo Primor de fritura, uma vez que o óleo puro apresentava características diferentes, pois o óleo de fritura já havia sido utilizado algumas vezes antes, perdendo, assim, sua pureza.

REFERÊNCIAS

CHASSOT, A. **A Educação no Ensino de Química**. Ijuí: Unijuí, 1990. *Alfabetização Científica: questões e desafios para a educação*. Ijuí: Unijuí, 3.ed. 2003.

CORDEIRO, C.; SILVA, F.; WYPYCH, F.; RAMOS, L. **Catalisadores heterogêneos para a produção de monoésteres graxos (biodiesel)**, SciELO Brasil, 7 jan. 2011. DOI <https://doi.org/10.1590/S0100-40422011000300021>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/qn/a/6SJ5B5tn79sgbkjZ9RZdZ3m/?lang=pt>. Acesso em: 24 set. 2021.

COSTA, L.; SITOIE, B.; SANTOS, D.; NETO, W. **Quantificação do teor de biodiesel de crambe em misturas com diesel utilizando espectroscopia MIR e seleção de variáveis**. Química Nova, v. 43, n. 723-728, ed. 6. 25 maio 2020. DOI <https://doi.org/10.21577/0100-4042.20170554>. Disponível em: <http://static.sites.s bq.org.br/quimicanova.s bq.org.br/pdf/AR2020-0016.pdf>. Acesso em: 14 set. 2021.

FERRARI, R.; OLIVEIRA, V.; SCABIO, A. **Biodiesel de soja: taxa de conversão em ésteres etílicos, caracterização físico-química e consumo em gerador de energia**, SciELO Brasil. 23 nov. 2004. DOI <https://doi.org/10.1590/S0100-40422005000100004>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/qn/a/dFhw6srNTgmvLRQbZc7jgFt/?lang=pt>. Acesso em: 16 set. 2021.

GUIMARÃES, C. C. **Experimentação no Ensino de Química: Caminhos e Descaminhos Rumo à Aprendizagem Significativa**. *Química Nova na Escola*, vol. 31, n.3, p. 198. 2009. Disponível em: http://webeduc.mec.gov.br/portaldoprofessor/quimica/s bq/QNEsc31_3/08-RSA-4107.pdf Acesso em: 20 de out. 2021.

MORAIS, V.; CASTRO, E.; CARNEIRO, M.; BRANDÃO, G. **Cor ASTM: Um método simples e rápido para determinar a qualidade do biodiesel produzido a partir de óleos residuais de fritura**. Química Nova, v. 36, n. 587-592, ed. 4, 28 fev. 2013. Disponível em: http://quimicanova.s bq.org.br/detalhe_artigo.asp?id=2957. Acesso em: 18 out. 2021.

NEVES, L. **Avaliação do método analítico para quantificação do teor de biodiesel em óleo diesel empregando a titrimetria**. Dissertação (Mestrado) - UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO, [S. l.], 2012. Disponível em: <http://186.202.79.107/download/quantificacao-do-teor-de-biodiesel-em-oleo-diesel.pdf>. Acesso em: 13 set. 2021.

NETO, P.; ROSSI, L.; ZAGONEL, G.; RAMOS, L. **Produção de biocombustível alternativo ao óleo diesel através da transesterificação de óleo de soja usado em frituras.**, SciELO Brasil, 12 dez. 2006. DOI <https://doi.org/10.1590/S0100-40422000000400017>.

Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/qn/a/ft8DCzYHxMPYK9yv7RCJzgr/?lang=pt>>. Acesso em: 21 set. 2021.

PONTES, A.; SERRÃO, C.; FREITAS, C.; SANTOS, D.; BATALHA, S. **O Ensino de Química no Nível Médio: Um Olhar a Respeito da Motivação.**, Universidade do Estado do Pará, Centro de Ciências Sociais e Educação, Tv., 24 jul. 2008. Disponível em: <<http://www.quimica.ufpr.br/eduquim/eneq2008/resumos/R0428-1.pdf>>. Acesso em: 15 out. 2021.

SANTOS, A. P. B.; PINTO, A. C. **Biodiesel: Uma alternativa de combustível limpo.** *Química Nova na Escola*, v. 31, n. 1, p. 58-62, fev. 2009.

SILVA, L. **Processo de Produção de Biodiesel e Análise de Parâmetros de Qualidade.** Processo de Produção de Biodiesel e Análise de Parâmetros de Qualidade (Mestrado) - Instituto Politécnico de Bragança, [S. l.], 2014. Disponível em: <<https://bibliotecadigital.ipb.pt/bitstream/10198/10321/1/Lu%c3%ads%20Carlos%20Matos%20da%20Silva.pdf>>. Acesso em: 30 ago. 2021.

TREVISAN, T.; MARTINS, Pura. **O professor de química e as aulas práticas**, [s. l.], 2016. Disponível em: <<https://docplayer.com.br/11184269-O-professor-de-quimica-e-as-aulas-praticas.html>>. Acesso em: 21 out. 2021.

VÁSQUEZ, A. S. **Filosofia da práxis.** Rio de Janeiro: *Paz e terra*, 1977.

APÊNDICE A – ROTEIRO PRÁTICO: PRODUÇÃO DE BIODISEL



Turma:

Disciplina: Química Orgânica.

Nome:

Data:

PRÉ – LABORATÓRIO

Antes da realização da prática, pesquisar sobre reaproveitamento de óleo de fritura, reação de transesterificação e produção de biodiesel a partir de óleo de soja.

INSTRUÇÕES

- Leia todo o roteiro antes de realizar a prática.
- Verifique se todos os materiais estão disponíveis, de acordo com o roteiro.
- Todos os alunos e professores, para realizar a prática, devem estar utilizando: JALECO, CALÇADO FECHADO, CALÇA E CABELOS AMARRADOS.
- Brincadeiras na hora da prática não são permitidas.
- Familiarize-se com a localização dos equipamentos de segurança e com os procedimentos de segurança do laboratório.
- Em caso de dúvida sobre a prática, consultar o professor ou o técnico do laboratório.

INTRODUÇÃO

A Química Orgânica é uma disciplina desafiadora, pois não é costume que seja ministrada em aulas práticas, e a produção de Biodiesel a partir do óleo de soja reutilizado tem se tornado uma importante ferramenta, quando se fala de aulas práticas de Química Orgânica no Ensino Médio. Diferente dos combustíveis derivados do petróleo, o Biodiesel é um tipo de combustível renovável, que pode ser obtido a partir de óleos vegetais ou de gordura animal,

podendo substituir até mesmo o diesel que é produzido a partir do petróleo. Uma das principais características positivas do biodiesel é o fato de ele ser um combustível renovável, ou seja, que é resultado da produção agrícola, fechando, assim, o ciclo do carbono, e não de um combustível fóssil que leva ao aumento do CO₂ na atmosfera e, conseqüentemente, ao aumento do aquecimento global do planeta (SILVA, 2014).

Um dos fatores que fazem com que o biodiesel seja considerado um substituto do petróleo em relação aos combustíveis é a sua diversidade em relação as inúmeras matérias-primas que podem ser utilizadas para a sua produção. Das que são mais utilizadas atualmente, no Brasil, três são destaque: 84% soja, 12,4% gordura bovina e 2,1% de algodão. Porém, o aumento do consumo dessas matérias-primas para a produção de biodiesel levou os especialistas a acreditarem que a produção das mesmas seria um dos principais fatores para o problema do desmatamento nos solos brasileiros, uma vez que sua demanda de plantio aumentará, o que acarretaria problemas no fornecimento de alimentos para a população, já que a maior parte deste plantio seria destinado para a produção de biodiesel (MORAIS *et al.*, 2013).

OBJETIVOS DA PRÁTICA

- Produção de Biodiesel a partir do reaproveitamento do óleo de soja de fritura.

PARTE EXPERIMENTAL

Materiais e Reagentes

- Água destilada;
- Álcool etílico;
- Barra magnética;
- Balança analítica;
- 2 Becker 100ml;
- Chapa aquecedora;
- Cronômetro;
- 3 Erlenmeyer de 250ml;
- Espátula;
- 1 Funil de vidro;
- 2 Funis de separação de 1L;
- Papel filtro;
- Pera;
- pHmetro;
- 1 picnômetro;
- 1 pipeta de 5ml;
- Pipeta de 100ml;
- Proveta de 100ml;
- Sódio metálico;
- Termômetro.

Procedimento Experimental

- Para a realização da prática, iremos utilizar dois tipos de óleo de soja. O primeiro será o óleo da marca Primor, utilizado no preparo de frituras em um restaurante. E o segundo será o mesmo óleo, mas em seu estado puro, comprado no supermercado, para fins comparativos.

TRATAMENTO DO ÓLEO

Tratamento prévio do óleo de fritura, a fim de remover partículas e impurezas.

1. Em um Erlenmeyer, coloque um funil de vidro e um papel de filtro. Em seguida, adicione 100ml do óleo de fritura da marca Primor.
2. Depois disso, após o processo de filtração, pegue o óleo obtido e aqueça-o em uma chapa aquecedora até estabilizar a temperatura de 60°C.

PREPARAÇÃO DO ETÓXIDO DE SÓDIO

1. Pese, aproximadamente, 10g de Sódio Metálico.
2. Posteriormente, adicione 40ml de álcool em uma proveta, transfira para um Erlenmeyer e, em uma chapa aquecedora, aqueça o álcool até estabilizar a temperatura de 60°C, e mantenha por 10 minutos.
3. Ao Erlenmeyer com o álcool, ainda na chapa aquecedora, adicione pequenos pedaços de Sódio Metálico e aguarde sua dissolução total. Deixe a solução sob agitação e a uma temperatura de 60°C, durante 80 minutos. Após esse tempo, observa-se a formação do Etóxido de Sódio.

TRANSESTERIFICAÇÃO DOS ÓLEOS

1. Adicione, em um Erlenmeyer, 100ml do óleo de fritura, já tratado.
2. Adicione, em outro Erlenmeyer, 100ml do óleo puro, o óleo que nunca foi utilizado.
3. Em seguida, coloque cada Erlenmeyer em chapas aquecedoras até estabilizar a temperatura de 60°C e, após esta estabilização, manter por 10 minutos.

4. Após a temperatura dos dois óleos estabilizarem, ainda na chapa de aquecimento e sob agitação, adicione 40ml (aos poucos) da solução de Etóxido de Sódio nas duas amostras de óleo. Esse processo demorará em torno de 80 minutos.
5. Posteriormente, após a realização do item 4, coloque cada solução em um funil de separação de 1L, por aproximadamente 48 horas.

LAVAGEM DOS ÓLEOS

1. Após, a separação dos dois óleos (óleo de fritura e óleo puro), lave a amostra aos poucos, ainda no funil de separação, com água destilada, em torno de 50 vezes e ao mesmo tempo retire a cada lavagem a água que fica decantada no fundo do funil.
2. Após a última lavagem, com a água já drenada, deixe a solução do funil de separação em repouso durante 2 horas.
3. Logo após as 2 horas de repouso, retire o biodiesel produzido pela torneira do funil de separação e coloque-o em um frasco de vidro ou de plástico.

TESTE DE QUALIFICAÇÃO DO BIODIESEL PRODUZIDO

Após produzir o biodiesel puro, é importante que o mesmo passe por uma série de testes para averiguar sua qualidade.

Massa específica

1. Com a ajuda de uma balança analítica, pese a massa de um picnômetro vazio e anote o resultado obtido.
2. Meça a massa do mesmo picnômetro cheio com água destilada e anote o resultado obtido.
3. Pese a massa do picnômetro cheio com o biodiesel produzido e anote a massa obtida.
4. Com as três massas já conhecidas (picnômetro vazio, picnômetro mais água destilada e picnômetro mais biodiesel) calcule a massa da água e do óleo.
5. Para calcular a massa da água, subtraia a massa do picnômetro mais água menos o valor do picnômetro vazio, o resultado é a massa da água.
6. Para calcular a massa do óleo, subtraia a massa do picnômetro mais óleo menos o valor do picnômetro vazio, o resultado é a massa do óleo.

7. Logo após, com o auxílio de um termômetro, veja a temperatura da água. Veja na tabela de densidade a correspondência relativa à temperatura em que a água se encontra e anote.
8. O volume do óleo será o mesmo volume do picnômetro em que será medido a densidade da água em sua temperatura atual.
9. Após ter encontrado o volume do óleo, calcule a densidade dele fazendo a divisão da massa do óleo pelo volume do óleo. A densidade encontrada será em gramas por ml.
10. Transforme a densidade (g/ml) em massa específica (kg/m³) multiplicando por 1000. O resultado será a massa específica das amostras de biodiesel.

Viscosidade

1. Para calcular a viscosidade das amostras de biodiesel, será necessário a utilização de um cronômetro, um becker, uma pera e uma pipeta de 5ml.
2. Com a ajuda de uma pera, retire uma pipeta 5ml da amostra de biodiesel.
3. Com os 5ml de biodiesel retirados, pegue um becker e cronometre o tempo de escoamento do biodiesel no becker.
4. Para calcular a viscosidade, divida o volume da amostra (5ml) pelo tempo gasto no escoamento.
5. A unidade utilizada para esse cálculo de viscosidade vai ser ml/s.

pH

1. Para a leitura do potencial hidrogeniônico (pH), utilize um pHmetro portátil.
2. Deixe o pHmetro lendo a amostra de biodiesel por cerca de 5 minutos e anote o pH encontrado.

REFERÊNCIAS

MORAIS, V.; CASTRO, E.; CARNEIRO, M.; BRANDÃO, G. **Cor ASTM: Um método simples e rápido para determinar a qualidade do biodiesel produzido a partir de óleos residuais de fritura.** Química Nova, v. 36, n. 587-592, ed. 4, 28 fev. 2013. Disponível em: <http://quimicanova.sbq.org.br/detalhe_artigo.asp?id=2957>. Acesso em: 18 out. 2021.

SILVA, L. **Processo de Produção de Biodiesel e Análise de Parâmetros de Qualidade.** Processo de Produção de Biodiesel e Análise de Parâmetros de Qualidade (Mestrado) - Instituto Politécnico de Bragança, [S. l.], 2014. Disponível em: <<https://bibliotecadigital.ipb.pt/bitstream/10198/10321/1/Lu%c3%ads%20Carlos%20Matos%20da%20Silva.pdf>>. Acesso em: 30 ago. 2021.