



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CAMPUS I – CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM LICENCIATURA EM QUÍMICA**

KEREN-HAPUQUEN MOREIRA DA SILVA

**SÍNTESE DE BIODIESEL: UMA PROPOSTA DE EXPERIMENTO PARA A
DISCIPLINA DE QUÍMICA ORGÂNICA EXPERIMENTAL**

**CAMPINA GRANDE
2023**

KEREN-HAPUQUEN MOREIRA DA SILVA

**SÍNTESE DE BIODIESEL: UMA PROPOSTA DE EXPERIMENTO PARA A
DISCIPLINA DE QUÍMICA ORGÂNICA EXPERIMENTAL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Departamento do Curso de Química da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito à obtenção do título de Licenciatura em Química.

Área de concentração: Química.

Orientadora: Profa. Dra. Rebeca de Almeida Silva.

**CAMPINA GRANDE
2023**

É expressamente proibido a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano do trabalho.

S586s Silva, Keren Hapuquen Moreira da.
Síntese de biodiesel [manuscrito] : uma proposta de
exerimento para a disciplina de Química orgânica experimental
/ Keren Hapuquen Moreira da Silva. - 2023.
37 p. : il. colorido.

Digitado.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em
Química) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de
Ciências e Tecnologia, 2023.

"Orientação : Profa. Dra. Rebeca de Almeida Silva,
Departamento de Química - CCT. "

1. Biocombustíveis. 2. Transesterificação. 3. Ensino de
Química. I. Título

21. ed. CDD 547

KEREN-HAPUQUEN MOREIRA DA SILVA

**SÍNTESE DE BIODIESEL: UMA PROPOSTA DE EXPERIMENTO PARA A
DISCIPLINA DE QUÍMICA ORGÂNICA EXPERIMENTAL**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Departamento de Química
da Universidade Estadual da Paraíba,
como requisito à obtenção do título de
Licenciada em Química.

Área de concentração: Química.

Aprovada em: 30/06/23

BANCA EXAMINADORA

Rebeca de Almeida Silva

Prof. Dra. Rebeca de Almeida Silva (Orientadora)
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

Welma Tháise Silva Vilar

Prof. Dra. Welma Tháise Silva Vilar
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

Leossandra Cabral de Luna

Prof. Me. Leossandra Cabral de Luna
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

Dedico este trabalho à minha amada tia Aldina Maria (in memoriam) e ao meu querido amigo Cassiano dos Santos (in memoriam), que me deixaram valores importantes para toda a vida.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente gostaria de agradecer a Deus, por ter me sustentado até aqui, por sempre cuidar de mim, estar ao meu lado me segurando e me assegurando, me protegendo e proporcionando paz, saúde e felicidade.

À minha amada família, pelo amor, carinho, compreensão e apoio; não só durante toda a vida, mas também desde que ingressei no curso. E que mesmo de longe, se fazem presentes e me auxiliam em toda e qualquer coisa que for precisa.

Ao meu amado noivo, Joilson Zacarias, por todo apoio concedido, toda motivação, amor, carinho, conselhos e muita dedicação, dentre tantas outras coisas mais, que foram imprescindíveis na minha trajetória e puderam me proporcionar tanto crescimento.

Às queridas professoras Kelly Lima e Églie Leite, minhas duas inspirações de profissionais primordiais, me motivaram a seguir a área e o curso desde a época da escola como minhas professoras de química e estiveram sempre disponíveis para qualquer ajuda também durante o curso. Lembro-me que a cada nova aula eu me apaixonava mais pela lindíssima ciência que é a Química.

À minha queridíssima orientadora, Rebeca de Almeida, por ter, primeiramente, aceitado me orientar nesse processo. Pelo fato de que quando minha professora, a tamanha dedicação e competência sempre foram nítidas, e isso me fez querer ser orientada por ela. Agradeço por ter sempre abusado da compreensão, paciência e carisma comigo, fazendo todo diferencial que possui.

Aos meus caros professores da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), por todos conhecimentos passados, paciência e solicitude. Em especial aos professores Juracy Regis, Gilberlândio Nunes e as professoras Elidiana Onofre, Leossandra Luna e Welma Vilar, que contribuíram de maneira mais especial na minha formação e sempre estiveram disponíveis para qualquer coisa.

Agradeço também a todos os meus colegas e amigos do curso por todo auxílio dado, apoio e considerações feitas ao longo da caminhada, me ajudando a chegar até aqui. Em especial aos que acompanharam o processo um pouco mais de perto: Cassiano do Nascimento (in memoriam), Wandson Nunes, Valéria Norberto, Adílio Tavares, Maria Celly, Emanuel Souza e Sabrina Fideles.

Às pessoas que convivi durante esses anos de graduação e que tiveram impacto na minha formação acadêmica. A todos aqueles que contribuíram, de alguma forma, para a realização deste trabalho e da minha formação acadêmica.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de PIBIC (Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica) durante meu período final de graduação.

À Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), por todo o conhecimento adquirido em minha graduação.

RESUMO

Os biocombustíveis são combustíveis biodegradáveis, além de opções mais sustentáveis em relação aos combustíveis fósseis. Caracterizados pelo principal fato de agregarem mais benefícios do que malefícios, além de serem renováveis, diminuírem o índice de chuvas ácidas e preservar o meio ambiente. O biodiesel é um tipo de biocombustível produzido a partir de óleos e gorduras de origem vegetal e animal. A reação química responsável pela produção de biodiesel é denominada “reação de transesterificação”, onde um éster e um álcool são combinados na presença de um agente catalisador, produzindo um novo éster e um novo álcool. Geralmente, os cursos de graduação na área da química, possuem uma componente curricular destinada ao ensino de química orgânica de caráter experimental, incluindo práticas destinadas ao ensino de reações de transesterificação. Esse conhecimento é importante para os químicos, por ser um dos meios de produção de ésteres e esses compostos serem muito utilizados no dia a dia, principalmente em indústrias alimentícias, por exemplo, onde são encontrados flavorizantes, que em sua grande maioria são ésteres. Portanto, estudou-se sobre a síntese do biodiesel em laboratório, a fim de propor uma prática experimental para ser implementada em disciplinas de orgânica experimental, majoritariamente às de 30 horas totais. Para tanto, foi realizada a produção do catalisador metóxido de potássio, para ser utilizado no próximo passo que foi a condução da reação de transesterificação, onde foi utilizado o óleo de soja como matéria-prima. Então após a reação acontecer, foi realizada a separação das fases, e por fim, o teste de miscibilidade, com o objetivo de caracterizar os produtos obtidos nas duas fases existentes. Diante disso, foi possível verificar um experimento de simples manuseio e de fácil condução desde a ocorrência da reação de transesterificação à separação de fases, caracterizadas pelo teste de miscibilidade, obtendo a verificação final da produção do biodiesel. Esses fatos impõem a constatação de que o trabalho atinge o cunho de ser algo prático, simples e de muito valor à formação de futuros profissionais da área da química, bem como tratar de conteúdos como a sustentabilidade, química verde, e dentre outros conteúdos que podem até mesmo se correlacionar em outras disciplinas teóricas da área de química orgânica.

Palavras-Chave: biocombustíveis; transesterificação; ensino de química.

ABSTRACT

Biofuels are biodegradable fuels, as well as more sustainable options compared to fossil fuels. Characterized by the fact that they add more benefits than harm, in addition to being renewable, they reduce the rate of acid rain and preserve the environment. Biodiesel is a type of biofuel produced from vegetable and animal oils and fats. The chemical reaction responsible for the production of biodiesel is called "transesterification reaction", where an ester and an alcohol are combined in the presence of a catalytic agent, producing a new ester and a new alcohol. Generally, undergraduate courses in the field of chemistry, have a curricular component aimed at teaching experimental organic chemistry, including practices aimed at teaching transesterification reactions. This knowledge is important for chemists, as it is one of the means of producing esters and these compounds are widely used in everyday life, especially in the food industry, for example, where flavoring agents are found, most of which are esters. Therefore, the synthesis of biodiesel in the laboratory was studied in order to propose an experimental practice to be implemented in experimental organic disciplines, mostly at 30 total hours. Therefore, the production of potassium methoxide catalyst was carried out, to be used in the next step, which was the conduction of the transesterification reaction, where soybean oil was used as raw material. Then, after the reaction took place, the separation of the phases was carried out, and finally, the miscibility test, with the objective of characterizing the products obtained in the two existing phases. Therefore, it was possible to verify an experiment that was simple to handle and easy to conduct, from the occurrence of the transesterification reaction to phase separation, characterized by the miscibility test, obtaining the final verification of biodiesel production. These facts impose the realization that the work achieves the character of being something practical, simple and of great value to the training of future professionals in the field of chemistry, as well as dealing with content such as sustainability, green chemistry, and among other contents that can even correlate with other theoretical disciplines in the field of organic chemistry.

Keywords: biofuels; transesterification; chemistry teaching.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1 - Esquema de uma reação de transesterificação genérica..... | 18 |
| Figura 2 - Reação de obtenção do biodiesel (genérica)..... | 18 |
| Figura 3 - Reação entre o metanol e hidróxido de potássio. | 19 |
| Figura 4 - Reagentes..... | 23 |
| Figura 5 - Erlenmeyer com hidróxido de potássio. | 23 |
| Figura 6 - Erlenmeyer com todos reagentes e barra magnética..... | 24 |
| Figura 7 - Conteúdo da reação na proveta de 100 mL para aguardar a separação de fases..... | 25 |
| Figura 8 - Produção do catalisador metóxido de potássio..... | 26 |
| Figura 9 - Reação de transesterificação nos tempos (t= 0 min, t= 15min e t= 30min). | 26 |
| Figura 10 - Separação de fases. | 27 |
| Figura 11 - Reagentes usados em cada par de tubo de ensaio. | 28 |
| Figura 12 - Teste de miscibilidade..... | 28 |

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ANP – Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis do Brasil.

CNPq – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico.

°C – Graus Celsius.

KOH – Hidróxido de potássio.

mg KOH/g – Miligramas de hidróxido de potássio por grama.

mg/kg – Miligramas por quilogramas.

mm²/s – Milímetros quadrados por segundos.

MDA – Ministério do Desenvolvimento Agrário.

P.A. – Para Análise (denominação de reagentes de alto grau de pureza e confiabilidade).

% massa – Porcentagem de massa.

PIBIC – Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica.

PNPB – Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel.

kg/m³ – Quilogramas por metros cúbicos.

UEPB – Universidade Estadual da Paraíba.

SUMÁRIO

| | | |
|--------------|------------------------------------------------------------------|-----------|
| 1 | INTRODUÇÃO | 11 |
| 2 | OBJETIVOS | 13 |
| 2.1 | Objetivo geral | 13 |
| 2.2 | Objetivos específicos | 13 |
| 3 | FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA | 14 |
| 3.1 | Combustíveis | 14 |
| 3.2 | Biocombustíveis: biodiesel | 15 |
| 3.3 | Reação de transesterificação | 17 |
| 3.3.1 | <i>Matérias-primas para a produção de biodiesel</i> | 20 |
| 4 | MATERIAIS E MÉTODOS | 22 |
| 4.1 | Materiais e reagentes | 22 |
| 4.2 | Metodologia | 22 |
| 5 | RESULTADOS E DISCUSSÃO | 26 |
| 6 | CONCLUSÃO | 30 |
| | REFERÊNCIAS | 31 |
| | APÊNDICE A – ROTEIRO DE PRÁTICA EXPERIMENTAL | 34 |

1 INTRODUÇÃO

Os processos de produção vêm sendo destacados há muito tempo, os quais ocorrem através de máquinas que agregam diversos benefícios tanto em aspectos industriais como urbanos em geral, acarretando uma série de melhorias, como, por exemplo, a agilidade, qualidade e concomitantemente quantidade. Com isso, houve um grande aumento no gasto de combustíveis, agravando diversos problemas ambientais, e principalmente o oxigênio utilizado pelos seres vivos situados no meio ambiente, pelo efeito conseqüente da poluição (CARVALHO, 2008).

Os combustíveis podem ser divididos em dois grupos principais, os renováveis e não renováveis. A grande diferença entre eles é a fonte de produção dos mesmos, os renováveis oriundos de fontes de origem natural, como vegetal/animal, e os não renováveis, dos combustíveis fósseis, como derivados do petróleo, gás natural e carvão mineral.

Segundo Ferrari, Oliveira e Scabio (2005), a maior parte de toda energia consumida no mundo provém do petróleo, do carvão e do gás natural. Caracterizados como fontes limitadas e não renováveis, de forma que cada vez mais o consumo de combustíveis derivados do petróleo aumenta, ocasionando aumento da poluição atmosférica e as chuvas ácidas.

Os biocombustíveis, são aqueles que possuem a capacidade de se renovar, além de serem biodegradáveis e auxiliarem ao favorecimento da biomassa com o reuso facilmente alcançável, pois o gás carbônico ocasionado pela combustão será reutilizado pelas mesmas plantas que são e serão destinadas à produção do combustível (MOTA; MONTEIRO, 2013).

O biodiesel é um biocombustível substituinte do diesel comum derivado do petróleo, ele é produzido através de reações químicas com óleos/gorduras vegetais e animais, como apontam Nascimento et al. (2009). As gorduras que são utilizadas, são os triglicerídeos, podendo ser derivadas de sementes oleaginosas e até mesmo óleos residuais domésticos ou de origem comercial e/ou industrial.

Portanto, o biodiesel assim como os demais biocombustíveis são uma opção mais sustentável e com grandes expectativas de obter um futuro mais viável a nível de qualidade de vida e preservação do meio ambiente.

A reação química responsável pela produção de biodiesel é denominada reação de transesterificação, caracterizada pela combinação de um éster e um álcool na presença de um agente catalisador, gerando os produtos finais da reação como um novo éster e um novo álcool. Inclusive Rinaldi et al. (2007) aponta que o éster adicionado no início da reação é um tri-éster, também conhecido como triacilglicerol, popularmente chamado de triglicerídeo, por conta de na sua reação de origem, ser proveniente de um glicerol e ácidos graxos.

Conforme Santos e Pinto (2009), o processo químico da conversão de óleos vegetais em biodiesel, envolve reações de transesterificação metílica ou etílica de triacilglicerídeos, com catalisadores, para que sejam obtidos o glicerol como coproduto e ésteres metílicos ou etílicos como produtos.

Os benefícios potencialmente fornecidos pelos biocombustíveis são diversos e vão desde a sustentabilidade à geração de novo âmbito empregatício. Além do desenvolvimento socioeconômico ganhar destaque para a região, gerando um impulso para as cadeias de produção de plantas oleaginosas e proporcionando um menor número em relação à importação dos derivados de petróleo, segundo Ramos et al. (2017).

Diante do exposto, a inclusão de uma prática experimental acerca de produção de biodiesel se torna essencial para os cursos de graduação, pois a visibilidade desse biocombustível no Brasil só tem aumentado com o decorrer do tempo, e possui alta capacidade de auxiliar os alunos a correlacionarem melhor os conhecimentos científicos com o cotidiano, tendo em vista que a química orgânica muitas vezes se torna muito abstrata e de difícil compreensão, desde como as reações ocorrem à existência de exemplos próximos à realidade dos estudantes. Portanto, a proposta deste trabalho é solucionar essas adversidades para que cada vez mais se formem profissionais altamente qualificados.

Além da reação orgânica de transesterificação para produção do biodiesel abordar um mecanismo simples, a produção do catalisador é fácil de ser elaborada, e pode proporcionar os conceitos de reações de transesterificação para os futuros químicos e outros profissionais da área da química. Por fim, como esse experimento apresenta como principais pilares; a sustentabilidade e o caráter socioeconômico, também seriam possível incluir outros conhecimentos, como, por exemplo, a química verde, a própria química orgânica teórica, a saponificação, o controle de qualidade e até mesmo conceitos de físico-química, podendo agregar a sua interdisciplinaridade.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

O objetivo do presente trabalho foi utilizar uma prática experimental de síntese do biodiesel como ferramenta de estudo para o ensino da química.

2.2 Objetivos específicos

- Verificar a disponibilidade dos equipamentos e reagentes necessários listados no tópico 4.1 (Materiais e reagentes)
- Averiguar se há capela no laboratório que será utilizado.
- Produzir o catalisador metóxido de potássio, a partir da dissolução do hidróxido de potássio (KOH) em metanol;
- Realizar a reação de transesterificação;
- Efetuar a separação dos produtos da reação;
- Executar o teste de miscibilidade das fases em etanol e hexano (éter de petróleo).

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 Combustíveis

Os combustíveis são substâncias que reagem com o oxigênio a partir de uma reação de combustão, produzindo energia e conseqüentemente calor (BOLDT; SILVA; LEAL, 2013). São utilizados para diversos fins, desde a movimentação e funcionamento de máquinas, como de motores, automóveis e dentre outros. Esses combustíveis podem ser classificados em duas categorias: de caráter não renovável e caráter renovável, sendo denominadas de acordo com sua origem.

Os combustíveis não renováveis, também chamados de combustíveis fósseis, se referem aos compostos derivados do petróleo, gás natural e ao carvão mineral. Em países industrializados, é comum a presença de diversos prejuízos ambientais provocados por automóveis, indústrias e outros meios que fazem o uso exacerbado desses combustíveis. Muitos desses possuem outros átomos em suas composições, e quando reagem na queima/combustão, acabam contribuindo para a formação de óxidos, como o dióxido de enxofre, por exemplo, que é altamente tóxico e muito prejudicial para o meio ambiente em vários aspectos como a formação de chuva ácida.

Os combustíveis impossibilitados de se renovar, justamente por não serem infundáveis, torna-se necessário refletir na utilização futura, principalmente nos atuais problemas causados no planeta, no âmbito da diminuição destes parâmetros nocivos, bem como em alternativas para substituí-los e diminuir os problemas presentes no ecossistema, viabilizando a sustentabilidade.

De acordo com Carvalho (2008), ter a visão de que a tecnologia sempre daria ao Homem a capacidade para sustentar grandes populações em territórios pequenos é uma ilusão que derrubou aqueles que defendiam que se não fosse refreado o crescimento da população, haveria uma barreira natural na escassez de alimentos. Segundo ele, na medida em que os problemas aumentavam, as velhas fontes de energia iam sendo substituídas ou ainda complementadas por novas fontes que tivessem maior eficiência. A força muscular complementada pela energia das águas e tração animal, que depois foi complementada pela energia eólica e lenha, e depois foram substituídas pelo carvão, e por fim complementado pelo petróleo.

Por outro lado, os combustíveis renováveis são aqueles que são considerados mais benéficos em diversos aspectos voltados para o meio ambiente, tanto a

degradação, como a produção e a utilização, justamente porque são de caráter renovável, apontado por Ramos et al. (2017). Essa consideração se deve ao fato de serem produzidos a partir de recursos naturais, como, por exemplo, os biocombustíveis: etanol, madeira e o biodiesel.

3.2 Biocombustíveis: biodiesel

Os biocombustíveis viabilizam o processo de degradação, além de serem menos prejudiciais ao meio ambiente, favorecendo a biomassa. Do ponto de vista energético a biomassa é toda matéria orgânica, seja de origem animal ou vegetal, que pode ser utilizada na produção de energia (ANEEL, 2002). Eles emitem menos gás carbônico e não possuem enxofre na sua composição, o que previne a formação de gases tóxicos, ocasionada pela queima de combustíveis fósseis.

Os biocombustíveis apresentam vários benefícios em termos de sustentabilidade e economia; devido ao fato de serem capazes de reduzir o aquecimento global, preservar o meio ambiente, prevenir e diminuir a incidência de chuvas ácidas, ser teoricamente “reutilizável” e econômico, já que um ciclo é gerado a partir das plantas utilizadas para a produção dos mesmos, bem como gerando novos empregos na área agrícola.

A inserção do biodiesel na matriz energética brasileira deu-se essencialmente a partir de iniciativa pública por meio do PNPB (Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel), com grande ênfase à inclusão social. De fato, o potencial de geração de empregos e renda na agricultura familiar pode ser expressivo. Estudos desenvolvidos pelos Ministérios do Desenvolvimento Agrário, da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, da Integração Nacional e das Cidades mostram que a cada 1% de substituição de óleo diesel por biodiesel produzido com a participação da agricultura familiar podem ser gerados cerca de 180 mil empregos diretos e indiretos, com uma renda média anual de aproximadamente R\$ 4.900,00 por emprego (MDA, 2007 apud BUENO, ESPERANCINI, TAKITANE, 2009, p. 509).

O dilema entre a substituição dos combustíveis pelos biocombustíveis e o processo de produção é pelo fato de poderem acarretar uma disfunção na produção de alimentos de um determinado país, já que são produzidos a partir das plantas que originam os óleos vegetais, como, por exemplo, o óleo de soja, de milho, e etc. Muitos países menos desenvolvidos alegam a inviabilidade da substituição dos combustíveis fósseis pelos biocombustíveis, justamente pelo alto risco de comprometerem o setor

alimentício. É possível que a produção de biocombustíveis comprometa a produção de alimentos, sendo possível gerar até mesmo uma crise.

Se, por um lado, Brasil e Estados Unidos incentivam a produção dos biocombustíveis chamados de primeira geração, tais como álcool e biodiesel, por outro lado diversos países e organismos internacionais mostram a preocupação no aumento da crise mundial dos alimentos, argumentando que ela foi agravada pelo deslocamento das áreas tradicionalmente utilizadas para o cultivo de alimentos para a produção de insumos destinados à indústria dos biocombustíveis (SUAREZ et al., 2009, p. 768).

Destacam-se o etanol e o biodiesel dentre os combustíveis renováveis utilizados atualmente. O etanol é produzido principalmente a partir da cana-de-açúcar, já que o Brasil possui em abundância. Já o biodiesel é um biocombustível natural que substitui o diesel comum derivado do petróleo. É uma opção de combustível mais sustentável, visando a “reutilização”, já que é de caráter renovável, e possui grandes expectativas de obter um futuro mais viável a nível de qualidade de vida e preservação do meio ambiente, também favorecendo a química verde (MOTA, MONTEIRO, 2013).

O biodiesel propriamente dito possui algumas as características físico-químicas fundamentais, listadas na Tabela 1.

Tabela 1 - Parâmetros de qualidade do biodiesel.

| CARACTERÍSTICA | UNIDADE | BRASIL ANP 07/2008 |
|--------------------------------|--------------------|-------------------------------|
| Massa específica a 20 °C | kg/m ³ | 850-900 |
| Viscosidade cinemática a 40 °C | mm ² /s | 3,0-6,0 |
| Ponto de fulgor, mín. | °C | 100 |
| Contaminação total, máx. | mg/kg | 24 |
| Teor de éster, mín. | % massa | 96,5 |
| Índice de acidez, máx. | mg KOH/g | 0,50 |
| Glicerina livre, máx. | % massa | 0,02 |
| Glicerina total, máx. | % massa | 0,02 |
| Metanol ou Etanol, máx. | % massa | 0,20 |
| Água, máx. | mg/kg | 500 |

Fonte: LÔBO, FERREIRA, CRUZ (2009).

Dentre estas propriedades listadas, podem-se destacar a massa específica, medida pela densidade do material em relação à água, e é de suma importância para que seja determinada a pureza e qualidade de materiais. A viscosidade, por sua vez, que é a facilidade que um líquido tem de escoar, os líquidos têm um grau de viscosidade em relação aos óleos, alguns têm mais viscosidade do que outros, como pode ser notado facilmente no dia a dia, se forem analisadas substâncias diferentes. Por fim, o ponto de fulgor, representado pela temperatura necessária em que o óleo deve atingir para que uma chama incendeie os vapores formados, quando passada sobre a sua superfície (NICHETTI, 2010).

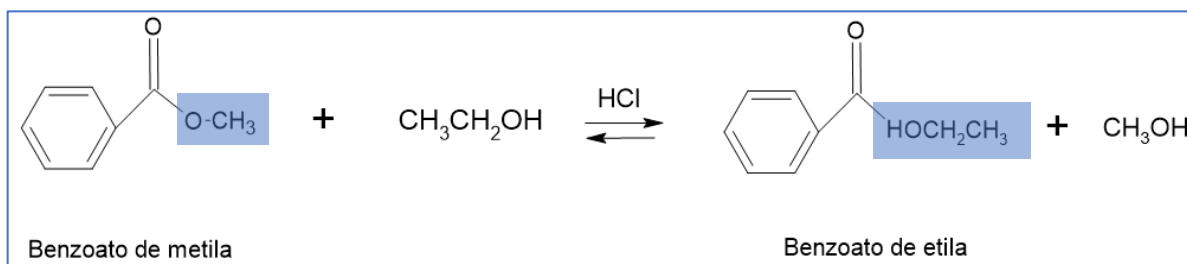
3.3 Reação de transesterificação

Quimicamente, o biodiesel é caracterizado como uma substância chamada de éster. Em geral, os ésteres são compostos orgânicos que apresentam uma estrutura chamada “carbonila” (ligação dupla de um oxigênio ligado a um carbono) na sua cadeia carbônica e um hétero-átomo de oxigênio, ligado ao mesmo carbono que constitui a carbonila. O biodiesel é um éster formado a partir de um tri-éster denominado “triacilglicerol”; que em outras palavras, é popularmente conhecido como o triglicerídeo, onde este anteriormente sofreu a combinação do glicerol com ácidos graxos (RINALDI et al., 2007). Os triglicerídeos são caracterizados como gorduras, e quimicamente como ésteres também; geralmente são encontrados nos óleos vegetais e gorduras animais.

De acordo com Santos (2010), eles são priorizados nas reações de transesterificação por ocorrer de maneira mais rápida e serem menos corrosivos em relação aos ácidos. O processo químico da conversão de óleos vegetais em biodiesel envolve reações de transesterificação, metílica ou etílica, de triacilglicerídeos, para se obterem ésteres metílicos ou etílicos, como produtos, e glicerol, como coproduto.

De forma sintetizada, a reação de transesterificação é caracterizada pela combinação de um éster e um álcool, onde eles reagem entre si na presença de um agente catalisador, produzindo um novo éster e um novo álcool no final da reação química (Figura 1).

Figura 1 - Esquema de uma reação de transesterificação genérica.



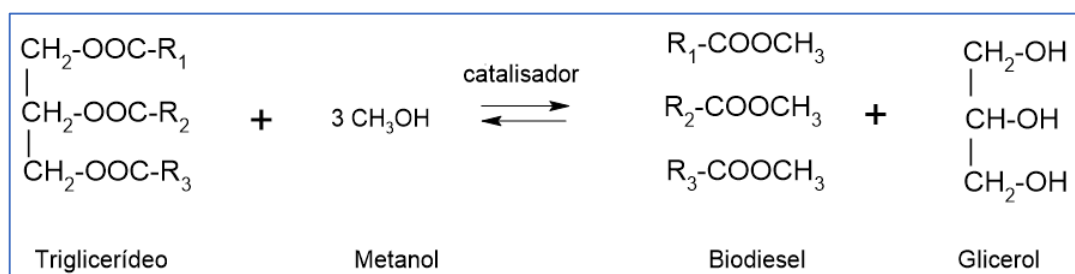
Fonte: BRUICE (2006).

A produção do biodiesel é realizada de maneira semelhante ao exemplo acima, pois é através de uma reação de transesterificação. Para a obtenção, são colocados o triacilglicerol (éster reagente) e um álcool primário, como o metanol, por exemplo, na presença de um catalisador. No final do procedimento são gerados o novo éster (biodiesel) e o subproduto glicerol (glicerina).

Segundo Tapanes et al. (2013), para que haja a formação de uma fase separada de glicerol, o álcool é adicionado em excesso no procedimento, afim de deslocar o equilíbrio também para que seja obtido o maior rendimento de biodiesel possível, pois a reação se caracteriza como reversível.

Portanto, tem-se a Figura 2 representando o esquema da produção de biodiesel, sendo caracterizada a utilização do óleo vegetal (triacilglicerol) juntamente com o metanol e um agente catalisador, produzindo no final da reação o biodiesel, e como subproduto o glicerol.

Figura 2 - Reação de obtenção do biodiesel (genérica).



Fonte: RINALDI et al. (2007).

A reação pode ser promovida através de catalisadores homogêneo ou heterogêneo e o seu produto apresenta a formação de um novo álcool e um novo éster (RIBEIRO et al., 2020).

A grande maioria das reações de transesterificação compõe a utilização de catalisadores e existem diversos que podem ser utilizados para este fim. Existem catalisadores ácidos e básicos, podendo ser homogêneos ou heterogêneos.

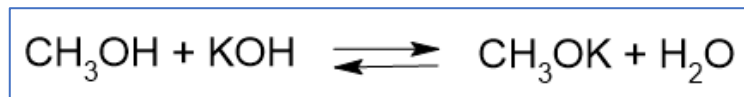
Segundo Cardoso (2012), os catalisadores básicos têm mostrado uma maior eficiência em relação à catálise ácida, apontando como os mais eficientes os alcoóxidos.

O emprego da catálise básica é preferível em processos industriais, pois o rendimento transesterificação da catalisada por base é elevado – mesmo em temperatura ambiente, é mais rápida, quando comparada com a catálise homogênea ácida –, além dos catalisadores alcalinos serem mais facilmente manipuláveis e menos corrosivos do que os catalisadores ácidos (GARCIA, 2006).

No trabalho de Freitas et al. (2022) são apresentados artigos diferentes e comparados entre si a respeito de todo processo de produção de biodiesel. São comparados os óleos utilizados, catalisadores envolvidos e até mesmo o tipo de álcool primário utilizado e diferenciados os seus rendimentos, quais melhores condições e dentre outros parâmetros. Dentre os mesmos, foi observado que o processo mais eficiente para a produção de biodiesel é de fato a transesterificação e com o óleo de soja, além de ser relatado o fato de o metanol ser o álcool mais usado, porque a partir dele é possível alcançar os melhores rendimentos de produção. Além disso, foi apontado que os catalisadores hidróxido de potássio, hidróxido de sódio e o óxido de cálcio levam um maior destaque por serem mais favoráveis nas reações de transesterificação.

De maneira isolada, é possível realizar uma análise a respeito da reação do metanol com o agente catalisador, neste caso o hidróxido de potássio (Figura 3).

Figura 3 - Reação entre o metanol e hidróxido de potássio.



Fonte: RINALDI et al. (2007).

Nesta reação ocorre a formação de ânions metóxidos, capazes de acelerar a reação da produção do biodiesel. Isso se dá devido ao fato de estes ânions apresentarem maior capacidade para fazer um ataque nucleofílico ao triglicerídeo (em relação ao metanol), apresentando a característica de atacar de forma mais potente,

proporcionando um tempo de produção menor. Porém, por outro lado, segundo Cartoni (2009), no meio do processo acaba ocorrendo a saponificação indesejada dos triglicerídeos, além de haver perda de rendimento devido a solubilização de ésteres metílicos na fase glicerínada; conseqüente da presença de sabão no meio, uma vez que eles se dissolvem durante a separação de fases na glicerina.

3.3.1 Matérias-primas para a produção de biodiesel

Quando se é pensado nos tipos de materiais para a produção de um biocombustível, são facilmente associados referenciais oriundos da natureza, justamente por se tratar de um combustível de origem renovável. Como abordado no tópico anterior, a produção de biodiesel parte de um triglicerídeo (gordura) adicionado a um álcool, onde essas gorduras utilizadas podem ser derivadas de sementes oleaginosas, como no caso de óleos vegetais, gorduras animais e até mesmo óleos residuais domésticos ou comerciais/industriais (EXPEDITO, 2003).

No que diz respeito às matérias-primas para a produção dos biocombustíveis de primeira geração (biodiesel e álcool), uma primeira idéia foi utilizar resíduos domésticos e agroindustriais de baixo valor agregado. As primeiras rotas alternativas a serem exploradas no Brasil, e que já estão em funcionamento comercial, foram o uso de óleos residuais de frituras e a esterificação de ácidos graxos, que permitem a produção de biodiesel utilizando passivos ambientais de residências ou restaurantes e das indústrias de processamento de óleos e gorduras (SUAREZ et al., 2009, p. 768).

De acordo com Rinaldi et al. (2007), os óleos vegetais são evidentemente formados por uma vasta variedade de triglicerídeos, pois apresentam um grande número de ácidos graxos sintetizados pelos seres vivos, e a composição dependerá do tipo de matéria-prima utilizada e das características de cada colecta. Além disso, é também abordado que o ponto de fusão dos triglicerídeos depende das insaturações, em termos de quantidades, presentes nos seus ácidos graxos.

Por fim, os triglicerídeos apresentam algumas diferenças a depender da sua forma, como, por exemplo, no estado sólido ou pastoso à temperatura ambiente são conhecidos como gorduras, predominando ácidos graxos saturados. Diferentemente de quando estão líquidos à temperatura ambiente, que são denominados óleos e apresentam ácidos graxos insaturados em grande quantidade.

Existem vários óleos vegetais apropriados para a produção do biodiesel, como, por exemplo, o óleo de girassol, o de milho, soja, colza, dendê, mamona, amendoim, pinhão manso, babaçu, dentre outros (GARCIA, 2006).

Alguns fatores como o clima, geografia e economia de uma região determinam o óleo vegetal de maior interesse para uso potencial nos biocombustíveis. Nos Estados Unidos, por exemplo, o óleo de soja é considerado como matéria-prima primordial e, nos países tropicais, é o óleo de palma. Na Alemanha, o óleo de colza é utilizado na produção de biodiesel, sendo distribuído de forma pura, isento de qualquer mistura ou aditivação. Há também a produção de biodiesel na Malásia a partir do óleo de palma. Os óleos vegetais mais comuns, cuja matéria prima é abundante no Brasil, são soja, milho, amendoim, algodão, babaçu e palma. (FERRARI, 2005 apud DELATORRE et al, 2011, p. 27).

Dois procedimentos muito utilizados para conversão desses óleos em combustível são o craqueamento e a transesterificação (LIMA et al., 2004). Além disso, as algas, especificamente as microalgas, também vêm sendo estudadas para que haja a possibilidade de obter óleos provindos das mesmas, pois elas apresentam um crescimento muito rápido, senão o mais rápido dos seres vivos e têm uma grande capacidade de converter dióxido de carbono em oxigênio. Inclusive de acordo com Ramos et al. (2017), comparando com outros ramos agrícolas, o desenvolvimento dos óleos a partir das microalgas é bastante interessante por produzir maior quantidade de óleo, em menor espaço de solo/terra para a produção dos mesmos.

É importante ressaltar que as propriedades químicas e físicas da matéria-prima estão diretamente associadas à tecnologia e ao rendimento do processo de conversão e, por conseguinte, às variações na qualidade final do produto para fins combustíveis (RAMOS et al., 2017).

4 MATERIAIS E METÓDOS

4.1 MATERIAIS E REAGENTES

- Erlenmeyer de 125 mL;
- Vidro de relógio;
- Espátulas;
- Béquer de 100 mL;
- Proveta de 10 mL;
- Proveta de 100 mL;
- Pipetas graduadas de 2 mL;
- Pipetadores do tipo pera ou roldana;
- Pipetas pasteur;
- Tubos de ensaio;
- Estante para tubos de ensaio;
- Agitador magnético;
- Barra magnética;
- Papel alumínio;
- Caneta marcadora;
- Cronômetro;
- Balança analítica;
- Balança semi-analítica;
- Hidróxido de potássio P.A. (em pó);
- Álcool metílico (metanol) P.A.;
- Óleo de soja;
- Álcool etílico P.A.;
- Hexano P.A.

4.2 METODOLOGIA

Para a síntese do biodiesel foi selecionada a rota metílica para a reação de transesterificação, com o metóxido de potássio como catalisador alcalino, óleo de soja e metanol em excesso estequiométrico como reagentes, usando a concentração de

KOH (hidróxido de potássio) a 1% (m/m de KOH em relação à massa de óleo), baseada na metodologia proposta por Rinaldi et al. (2007) e seguindo-se o roteiro proposto no APÊNDICE A.

No primeiro momento, foram separados todos os materiais e reagentes utilizados (Figura 4).

Figura 4 - Reagentes.



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Para a produção do catalisador metóxido de potássio, foi inicialmente realizada a pesagem de 0,5 g de hidróxido de potássio (KOH). Após a pesagem, foi transferido para o erlenmeyer e momentaneamente reservado para a próxima etapa (Figura 5).

Figura 5 - Erlenmeyer com hidróxido de potássio.

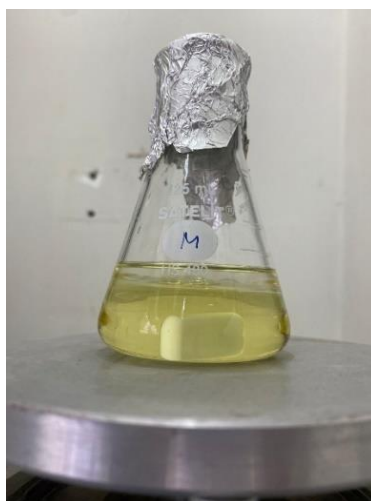


Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Na capela, foi medido em uma proveta, 14 mL de metanol, que logo após foi adicionado no erlenmeyer anteriormente reservado com o hidróxido de potássio pesado, e foi vedada com papel alumínio a abertura do erlenmeyer, já que o metanol é um líquido bastante volátil. A mistura foi homogeneizada até a total dissolução do KOH.

Para a etapa da reação de transesterificação foram pesados 50,02g de óleo de soja e adicionados ao erlenmeyer. Em seguida, foi adicionada a barra magnética, logo após sendo novamente fechada a borda do erlenmeyer com papel alumínio, observado na Figura 6.

Figura 6 - Erlenmeyer com todos reagentes e barra magnética.



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

É possível notar nesse momento que a mistura se caracteriza totalmente heterogênea, apresentando duas fases, onde o óleo de soja, por ser mais denso, fica na parte inferior do erlenmeyer, enquanto que a mistura do metanol e o hidróxido de potássio ficam localizados na parte da superfície, a substância transparente mais superficial.

O agitador magnético foi ligado para realizar a agitação, dentro da própria capela em razão do metanol utilizado com o erlenmeyer posicionado em cima e no meio do mesmo (ATENÇÃO: SE O AGITADOR TAMBÉM AQUECE, VERIFICAR QUE O AQUECIMENTO ESTEJA DESLIGADO!).

Foi deixado sob agitação moderada durante um período de 30 minutos, sendo anotado os tempos de mudanças de coloração e homogeneidade da mistura durante a reação.

Passado o tempo de reação, para a separação dos produtos, transferiu-se o conteúdo do erlenmeyer para uma proveta de 100 mL e acompanhada a separação de fases durante 1 h, como pode ser observado na Figura 7.

Figura 7 - Conteúdo da reação na proveta de 100 mL para aguardar a separação de fases.



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Já para o teste da miscibilidade das fases, retirou-se 2 alíquotas de 2 mL da fase inferior e da fase superior e foram adicionadas em tubos de ensaio; de forma que ficassem dois tubos de ensaio para cada fase, separados. Foram rotulados e realizou-se o teste da miscibilidade dessas fases com etanol e hexano (éter de petróleo), adicionando 1 mL de hexano em um tubo de ensaio da fase inferior, e depois no tubo de ensaio da fase superior. O mesmo procedimento foi realizado com o etanol nas outras duas amostras. Por fim foram anotadas as observações.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a produção do catalisador metóxido de potássio, efeitos adversos não foram obtidos e foi de fácil manuseio e dissolução. O metanol solubiliza bem o hidróxido de potássio na proporção que foi utilizado (Figura 8).

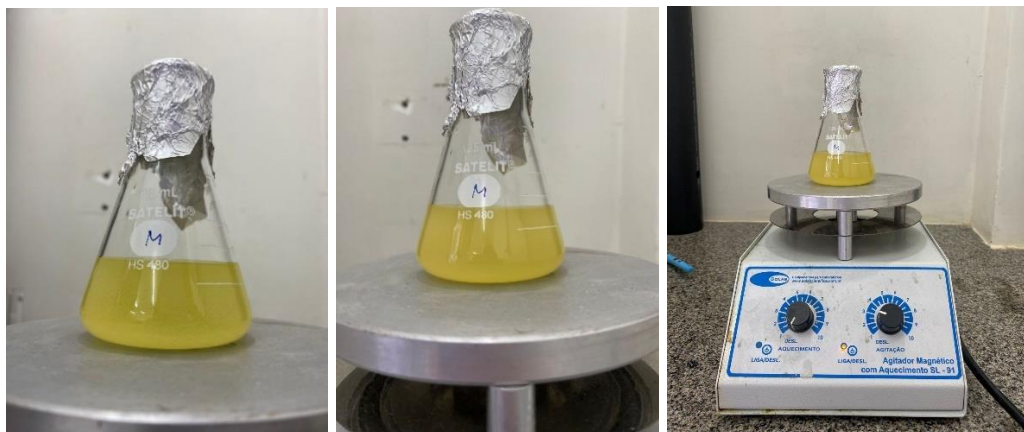
Figura 8 - Produção do catalisador metóxido de potássio.



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Durante os 30 minutos de reação sob a agitação magnética, foi registrado o aspecto inicial, com 15 minutos de reação, e o final da reação (Figura 9).

Figura 9 - Reação de transesterificação nos tempos ($t= 0$ min, $t= 15$ min e $t= 30$ min).

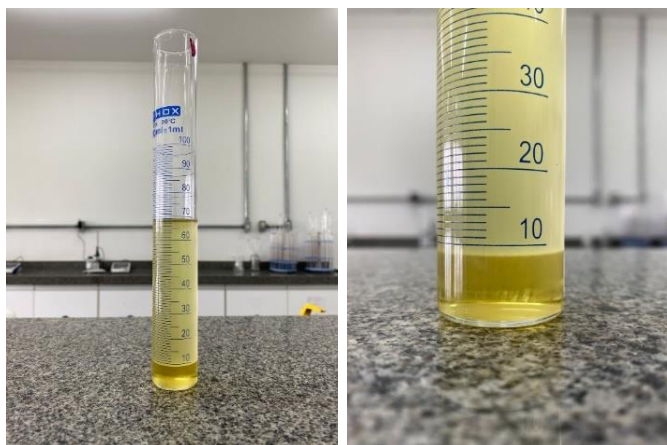


Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

A partir da Figura 9 foi possível observar que conforme o tempo foi passando, a solução foi se caracterizando como homogênea, pois no início da reação distingue-se claramente o óleo de soja mais denso, apresentando um caráter de solução heterogênea. O aspecto da viscosidade do meio reacional muda no decorrer do tempo.

Após a transferência do produto da reação para a proveta de 100 mL e ter passado o repouso de 1 h da reação de transesterificação, houve a notória separação de duas fases (Figura 10).

Figura 10 - Separação de fases.



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

A partir destas imagens é possível verificar as evidências de que o volume total, expressa-se em torno de 69 mL, sendo que 60 mL destes, são de biodiesel, enquanto o corpo de fundo 9 mL. Se for calculada a porcentagem da fase do biodiesel, seriam aproximadamente 85%, onde ainda estão presentes vestígios de catalisador e sabão produzidos no meio do processo.

Na última etapa da prática, o teste de miscibilidade, as alíquotas coletadas em duplicata da parte inferior foram nomeadas como “G1 e G2”, enquanto as da fase superior de “B1 e B2”.

Como mencionado anteriormente, cada reagente foi colocado em um dos pares do tubo de ensaio que continham a mesma substância. Então, no tubo de ensaio B1 foi colocado etanol, enquanto no B2 o hexano, e o mesmo procedimento foi feito para os tubos de ensaio denominados G1 e G2. Conforme a Figura 11, foram organizados

dessa forma para que pudessem ser observados cada um com a adição do etanol (B1 e G1) enquanto o B2 e G2 com o hexano.

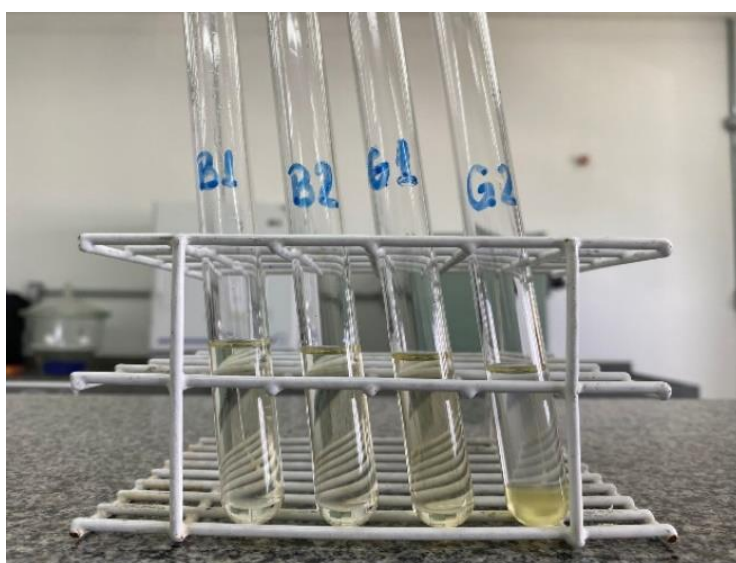
Figura 11 - Reagentes usados em cada par de tubo de ensaio.



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

A partir da Figura 12, organizou-se cada par pelas alíquotas, B1 – G1, e B2 – G2. Observou-se que quando adicionado o etanol na alíquota G1 (parte inferior), esta apresentou caráter miscível, enquanto que com hexano foi imiscível (G2). Enquanto a fase superior (B1 e B2) se mostrou um líquido miscível em ambos os solventes.

Figura 12 - Teste de miscibilidade.



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Essas características comprovam que a fase inferior é um líquido polar, o glicerol, e a fase superior é um líquido apolar, o biodiesel. É válido ressaltar que diferentemente do óleo de soja, o biodiesel é solúvel em metanol ou etanol, ou seja, nos dois testes, sendo caracterizado, portanto, nos tubos de ensaio B1 e B2.

Toda a prática experimental foi efetuada no tempo de 2 horas, que seria o tempo de uma disciplina com a carga horária de 30 horas totais. É sugerível que em uma componente curricular com maior carga horária, sejam realizados dois outros procedimentos. Dentre eles, a detecção da quantidade de sabão dissolvido no biodiesel produzido, por exemplo, porque como ocorre a produção de sabão como subproduto no processo da síntese do biodiesel, esta seria facilmente observada adicionando-se água, que solubiliza o sabão, mas não solubiliza o biodiesel.

Outra alternativa como procedimento final, visando a obtenção da purificação do biodiesel, consistiria em retirar o catalisador do mesmo. Algumas metodologias, como no trabalho de Soares et al. (2012), trazem esse procedimento de purificação com a lavagem em meio ácido, seguida de lavagem com uma solução de cloreto de sódio, seguindo para uma lavagem com água e depois a realização de extração de umidade.

6 CONCLUSÃO

Para uma proveitosa formação acadêmica dos estudantes do curso de química, seja licenciatura, bacharel ou ainda industrial, é necessário que haja sempre uma ampla gama de conhecimentos variados, principalmente de caráter experimental, sendo imprescindível a melhoria e a atualização destes conforme o decorrer dos anos e das aprimorações que a ciência proporciona à população.

A prática experimental de produção de biodiesel para a disciplina laboratorial de química orgânica, além de ser um método relativamente simples, remete ao crescimento que os biocombustíveis vêm ganhando, além de relatar e carregar um grande potencial de tratar possíveis problemas que as indústrias sofrem corriqueiramente, qualificando futuros químicos para sugerirem soluções e desenvolvimento de novos trabalhos e pesquisas nesta área, agregando informações relevantes em diversos âmbitos distintos, tanto a caráter industrial, bem como academicamente falando.

A partir desse experimento também é possível realizar o reaproveitamento de produtos e subprodutos formados na síntese do biodiesel, para algum outro experimento que possa surgir, e/ou outros testes em relação à qualidade do biodiesel, por exemplo, como sugerido anteriormente.

A prática experimental sugerida também é capaz de promover conhecimentos interdisciplinares, facilitando o processo de ensino, pois além de correlacionar o cotidiano, contextualiza acerca de assuntos atuais que vêm sendo mais explorados e enfatizados, assim como a sustentabilidade que vem ganhando destaque e é o grande futuro promissor da humanidade.

REFERÊNCIAS

ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica. Atlas de energia elétrica do Brasil. Brasília: ANEEL, 2002.

BOLDT, T.; SILVA, A. W. da.; LEAL, C. de S. **Uma análise físico-química dos catalisadores automotivos: propriedades e eficiência catalítica.** Revista Técnico-Científica do IFSC, p. 248-248, 2013.

BRUICE, P. Y. **Química orgânica**, 4 edição, v. 2. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2006.

BUENO, O. de C.; ESPERANCINI, M. S. T.; TAKITANE, I. C. **Produção de biodiesel no Brasil: aspectos socioeconômicos e ambientais.** Ceres, v. 56, n. 4, 2009.

CARDOSO, B. M. **Uso da biomassa como alternativa energética.** 2012.

CARTONI, C. R. **Avaliação de catalisadores alcalinos na produção de biodiesel metílico derivado do óleo de soja: análise térmica, econômica e ambiental.** Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, 2009.

CARVALHO, J. F. de. **Combustíveis fósseis e insustentabilidade.** Ciênc. Culto. , São Paulo , v. 60, n. 3, pág. 30-33, setembro de 2008. Disponível em <http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0009-67252008000300011&lng=en&nrm=iso>. acesso em 22 mar. 2023.

DELATORRE, A. B.; RODRIGUES, P.M.; AGUIAR, C de J.; ANDRADE, V. V. V.; ARÊDES, A.; PEREZ, V. H. **Produção de biodiesel: considerações sobre as diferentes matérias-primas e rotas tecnológicas de processos.** Biológicas & Saúde, v. 1, n. 1, 2011.

EXPEDITO, J. de S. **Biodiesel: uma aventura tecnológica num país engraçado.** Salvador: Rede Baiana de Biocombustíveis, 2003.

FERRARI, R. A.; OLIVEIRA, V. DA S.; SCABIO, A. **Biodiesel de soja: taxa de conversão em ésteres etílicos, caracterização físico-química e consumo em gerador de energia.** Química Nova, v. 28, n. 1, p. 19–23, jan. 2005.

FREITAS, S. G. D.; FLORINDO, D. N. F.; RODRIGUEIRO, M. M. S.; NETO, M. M.; OLIVEIRA, K. S. M.; SANTOS, P. S. B. **Produção de biodiesel a partir do óleo de soja, milho, girassol e canola por transesterificação: uma revisão sistemática.** Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento , v. 11, n. 5, 2022.

GARCIA, C. M. **Transesterificação de óleos vegetais.** Campinas, SP, 2006.

LIMA, D. G.; SOARES, V. C. D; RIBEIRO, E. B.; CARVALHO, D. A.; CARDOSO, E. C. V.; RASSI, F. A.; MUNDIM, K. C.; RUBIM, J. C.; SUAREZ, P. A. Z. **Diesel-like**

fuel obtained by pyrolysis of vegetable oils. Journal of Analytical and applied pyrolysis, v. 71, n. 2, p. 987-996, 2004.

LÔBO, I. P.; FERREIRA, S. L. C.; CRUZ, R. S. da. **Biodiesel: parâmetros de qualidade e métodos analíticos.** Química nova, v. 32, p. 1596-1608, 2009.

MOTA, C. J. A; MONTEIRO, R. S. **Química e sustentabilidade: novas fronteiras em biocombustíveis.** Química Nova, v. 36, p. 1483-1490, 2013.

NASCIMENTO, U. M.; VASCONSELOS, A. C. S.; AZEVEDO, E. B.; SILVA, F. C. **Otimização da produção de biodiesel a partir de óleo de coco babaçu com aquecimento por microondas.** Eclética Química, v. 34, n. 4, p. 37–48, out. 2009.

NICHETTI, T. **Atualização do conhecimento científico tecnológico sobre as técnicas de determinação do ponto de fulgor, massa específica de produtos do petróleo e condutividade elétrica do etanol.** 2010.

RAMOS, L. P.; KOTHE, V.; CÉSAR-OLIVEIRA, M. A. F.; MUNIZ-WYPYCH, A. S.; NAKAGAKI, S.; KRIEGER, N.; WYPYCH, F.; CORDEIRO, C. S. **Biodiesel: matérias primas, tecnologias de produção e propriedades combustíveis.** Revista virtual de química, v. 9, n. 1, p. 317-369, 2017.

RIBEIRO, C. T.; BRAGA, V. N.; COELHO, F. de L. L.; PAIXÃO, D. C. da; LHAMAS, D. E. L.; RODRIGUES, G.; SUFFREDINI, D. F. P.; MEDEIROS, A. C. G. de. **Estudo da produção de biodiesel a partir da reação de transesterificação do óleo de palma refinado por via etanólica utilizando catálise homogênea e heterogênea.** Brazilian Journal of Development, v. 6, n. 5, p. 28818-28824, 2020.

RINALDI, R.; GARCIA, C.; MARCINIUK, L. L.; ROSSI, A. V.; SCHUCHARDT, U. **Síntese de biodiesel: uma proposta contextualizada de experimento para laboratório de química geral.** Química Nova, v. 30, n. Quím. Nova, 2007 30(5), p. 1374–1380, set. 2007.

SANTOS, A. P. B.; PINTO, A. C. **Biodiesel: uma alternativa de combustível limpo.** Química nova na escola, v. 31, n. 1, p. 58-62, 2009.

SANTOS, D. Q. **Transesterificação de triacilglicerol de óleos de Milho e de soja: análise quimiométrica do processo e Propriedades físico-químicas essenciais do produto, Para uso como biodiesel.** 2010.

SOARES, M. F. M.; NEU, C. V.; MACHADO, C. M. L.; KAUFMANN, R. C.; COSTA, A. B. **Produção de biodiesel em escala laboratorial com ferramenta de ensino interdisciplinar de engenharia focado no controle de processos industriais.** Encontro Nacional de Engenharia de Produção. 2012.

SUAREZ, P. A. Z.; SANTOS, A. L. F.; RODRIGUES, J. P.; ALVES, M. B. **Biocombustíveis a partir de óleos e gorduras: desafios tecnológicos para viabilizá-los.** Química Nova, v. 32, n. Quím. Nova, 2009. 32(3), p. 768–775, 2009.

TAPANES, N. DE LA C. OM.; ARANDA, D. A. G.; PEREZ, R. S.; CRUZ, Y. R.
Biodiesel no Brasil: matérias primas e tecnologias de produção. Acta Scientiae
et Technicae , v. 1, n. 1, 2013.

APÊNDICE A – ROTEIRO DE PRÁTICA EXPERIMENTAL



Universidade Estadual da Paraíba – UEPB

Centro de Ciências e Tecnologia - CCT

Departamento de Química – DQ

Componente curricular: Química Orgânica Experimental

Curso: _____ Semestre: _____

Docente: _____

Roteiro de Prática Experimental

1. Título do experimento: Síntese de Biodiesel.

2. Conteúdo: Reação de transesterificação.

3. Objetivo do experimento:

Desenvolver as habilidades de observação e compreensão da ocorrência de uma reação de transesterificação, a partir da produção do biodiesel, compreender seu emprego em diversas áreas e a sua alta relevância no cotidiano, tornando o ensino-aprendizagem mais eficiente e a correlação dos conteúdos da química orgânica de forma prática.

4. Considerações iniciais do experimento:

Organizar a turma em forma de círculo e realizar os questionamentos:

- Qual a diferença de combustíveis renováveis e não renováveis?
- Qual matéria-prima é utilizada para produzir biocombustíveis?
- Pelo fato do biodiesel ser um biocombustível, qual será a matéria-prima destinada para a sua produção? A mesma que nos demais combustíveis? Cite ao menos um exemplo do que você acredita que é utilizado na produção de biodiesel.

5. Materiais e reagentes

- Erlenmeyer de 125 mL;
- Vidro de relógio;
- Espátulas;
- Béquer de 100 mL;
- Proveta de 10 mL;
- Proveta de 100 mL;
- Pipetas graduadas de 2 mL;
- Pipetadores do tipo pera ou roldana;
- Pipetas pasteur;
- Tubos de ensaio;
- Estante para tubos de ensaio;
- Agitador magnético;
- Barra magnética;
- Papel alumínio;
- Caneta marcadora;
- Cronômetro;
- Balança analítica;
- Hidróxido de potássio P.A. (em pó);
- Álcool metílico (metanol) P.A.;
- Óleo de soja;
- Álcool etílico P.A.;
- Hexano P.A.

6. Procedimento experimental

Parte I (produção do catalisador)

- Pesar 0,5 g de hidróxido de potássio (KOH), transferir para um erlenmeyer de 125 mL e reservar.
- Na capela, afirir 14 mL de metanol e adicionar ao erlenmeyer que foi reservado com o hidróxido de potássio e homogenizar, por fim vedar a abertura do erlenmeyer com papel alumínio.

Parte II (reação de transesterificação)

- Pesar 50,00 g de óleo de soja e adicionar ao erlenmeyer.

- Adicionar no erlenmeyer a barra magnética, tampando novamente com o papel alumínio, e o colocar em cima do agitador magnético. (O agitador magnético pode ser colocado dentro da capela, se esta apresentar tomada).
- Regular o aparelho para agitar moderadamente e deixar sob a agitação durante 30 minutos. (ATENÇÃO: SE O AGITADOR TAMBÉM AQUECE, VERIFICAR QUE O AQUECIMENTO ESTEJA DESLIGADO!). Observar a fase inicial, com 15 minutos de agitação e aos 30 minutos (final da agitação) e anotar as observações.

Parte III (separação de fases)

- Após os 30 minutos de agitação, transferir todo o conteúdo para uma proveta de 100 mL e deixar em repouso durante 1 h.
- Observar o tempo de repouso e fazer anotações.

Parte IV (teste de miscibilidade)

- Retirar 2 alíquotas de 2 mL de cada fase formada, tanto da superior como a inferior e transferir essas alíquotas para tubos de ensaio. Resultando 2 alíquotas de 2 mL da fase superior e 2 alíquotas de 2 mL da fase inferior.
- Rotular os tubos de ensaio.
- Aferir 1 mL de hexano para ser adicionado em um tubo de ensaio da fase superior. Repita o procedimento para o outro tubo de ensaio contendo a fase inferior.
- Aferir 1 mL de etanol para ser adicionado no outro tubo de ensaio da fase superior, e também o mesmo procedimento para o tubo de ensaio da fase inferior.
- Observar e anotar.

7. Análise de dados

- Demonstre o mecanismo da reação de produção do metóxido de potássio.
- Em relação à miscibilidade, qual fase foi miscível em hexano? E em etanol? Por qual motivo?

- O que pode ser afirmado em relação ao final do teste de miscibilidade?
- Qual foi o rendimento da reação?
- Por fim, quais são os fatores que influenciam a velocidade das reações?
E qual a proporção entre eles?