

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
MESTRADO PROFISSIONAL EM QUÍMICA EM REDE NACIONAL**

Leandro Friedrich

Contextualização do Biodiesel na aprendizagem de funções orgânicas e reações de transesterificação na disciplina de química

MEDIANEIRA

2019

Leandro Friedrich

**CONTEXTUALIZAÇÃO DO BIODIESEL NA APRENDIZAGEM DE
FUNÇÕES ORGÂNICAS E REAÇÕES DE
TRANSESTERIFICAÇÃO NA DISCIPLINA DE QUÍMICA**

Dissertação do Curso de Mestrado
Profissional em Química em rede nacional
(PROFQUI) da Universidade Tecnológica
Federal do Paraná - Campus Medianeira.

Orientador: Dr. Daniel Walker Tondo
Coorientadora: Dra. Ana Cristina Trindade
Cursino

MEDIANEIRA

2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

Friedrich, Leandro

Contextualização do biodiesel na aprendizagem de funções orgânicas e reações de transesterificação na disciplina de química / Leandro Friedrich. – Medianeira, 2020.

1 arquivo de texto (74 f):PDF/A ; 8.573 KB.

Orientador: Daniel Walker Tondo

Coorientadora: Ana Cristina Trindade Cursino

Dissertação (Mestrado) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Química em Rede Nacional, Medianeira, 2019.

Inclui bibliografias.

1. Biocombustíveis. 2. Aprendizagem baseada em problemas. 3. Química - Dissertações. I. Tondo, Daniel Walker, orient. II. Cursino, Ana Cristina Trindade, coorient. III. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Química em Rede Nacional. IV. Título.

Biblioteca da UTFPR - Câmpus Medianeira

Bibliotecária/Documentalista:

Marci Lucia Nicodem Fischborn – CRB-9/1219



TERMO DE APROVAÇÃO

CONTEXTUALIZAÇÃO DO BIODIESEL NA APRENDIZAGEM DE FUNÇÕES ORGÂNICAS E REAÇÕES NA DISCIPLINA DE QUÍMICA

Por

LEANDRO FRIEDRICH

Essa dissertação foi apresentada às catorze horas, do dia vinte e um de novembro de dois mil e dezenove, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Química, Linha de Pesquisa Novas tecnologias e comunicação, no Programa De Mestrado Profissional Em Química Em Rede Nacional - PROFQUI, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho Aprovado.

Prof. Dr. Daniel Walker Tondo (Orientador – PROFQUI)

Prof. Dr. Oldair Donizeti Leite (Membro Interno – PROFQUI)

Dr. Erik Ceschini Panighel Benedicto (Membro Externo – IFSP)

* A versão original com as assinaturas encontra-se disponível na coordenação do programa

*Dedico este trabalho a minha família,
esposa, professores, colegas do curso
e amigos por partilharem desta
importante conquista.*

AGRADECIMENTOS

A Deus, por me oportunizar atingir mais esse objetivo em minha vida e a minha família, que sempre me apoiou e incentivou.

Aos meus pais, João Friedrich e Elcy Maria Friedrich, minha irmã Elisângela Friedrich e minha esposa, Caroline Castagneti, por todo carinho e suporte dado em todos os momentos desta etapa importante da minha vida.

Ao meu Orientador Professor Dr. Daniel Walker Tondo, que neste período auxiliou e conduziu para o êxito desta pesquisa.

Pela coorientadora Professora Dra. Ana Cristina Trindade Cursino, pelo apoio e incentivo durante a execução da pesquisa.

Agradeço enfim, aos meus amigos e a todos que contribuíram e participaram dessa conquista tão importante.

As escolas que me deram a oportunidade de trabalhar e aplicar o trabalho.

A todos os professores e colegas do Curso Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional - PROFQUI.

A todos que por motivo de esquecimento não foram mencionados, mas fizeram parte desta trajetória, o meu muito obrigado.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 - Diagrama esquemático dos processos de conversão energética de biomassa.....	10
Figura 02- Evolução do aumento do percentual de adição do biodiesel.....	11
Figura 03 - Capacidade nominal autorizada e produção de biodiesel (B100), segundo grandes regiões (mil m ³ /ano) – 2014.....	12
Figura 04 - Evolução da produção de biodiesel (B100) – 2005-2019.....	13
Figura 05 - Processo de produção do biodiesel.....	14
Figura 06 - Reação de Transesterificação.....	15
Figura 07 - Matérias primas utilizadas na produção de biodiesel (B100) – 2005 – 2017.....	17
Figura 08 a – Fórmula Molecular. b - Representação Tridimensional da molécula de glicerina.....	18
Figura 09 - Glicerina pura, semi-purificada e bruta.....	18
Figura 10 - Glicerina gerada na produção de biodiesel (B100), segundo grandes regiões do Brasil entre – 2008 - 2017.....	21
Figura 11 - Principais setores industriais de utilização da glicerina.....	22
Figura 12 - Sistema de refluxo.....	26
Figura 13 – Teste 1 da produção do biodiesel.....	27
Figura 14 – Teste 2 da produção do biodiesel.....	28
Figura 15 - Entendimento acerca de combustíveis fósseis.....	30
Figura 16 - Alternativas de fontes de energia conhecidas pelos alunos.....	31
Figura 17 – Matérias primas usadas para produção de biodiesel.....	34
Figuras 18a, 18b, 18c e 18d – Aula Expositiva com auxílio de Data show para projeção.....	39
Figuras 19a, 19b e 19c – Reação de saponificação durante o experimento...37	
Figuras 20a e 20b - biodiesel produzido. 20c e 20d – Separação de fases do biodiesel e glicerol.....	38
Figuras 21a, 21b, 21c e 21d – Visitas de alunos de outras escolas na feira de ciências.....	39
Figuras 22a, 22b e 22b – Matérias primas para produção de biodiesel.....	40

Figuras 23a, 23b, 23c, 23d e 23e – Demonstração das reações químicas e reagentes usados na produção de biodiesel.....	41
Figuras 24a e 24b – Separação da glicerina.....	42
Figura 25a, 25b e 25c – Glicerina e suas utilizações.....	43
Figura 26a e 26b – Banner e cartaz sobre as leis da obrigatoriedade do biodiesel.....	44
Figuras 27a, 27b, 27c e 27d – Benefícios ao uso do biodiesel.....	45
Figura 28– Porcentual de acerto da fórmula estrutural do Éster e água formado.....	47
Figura 29 – Porcentual de acerto Éster e água formado.....	47
Figura 30 – Índices de acerto pergunta 02 A de reação entre o ácido propanoico e metanol.....	48
Figura 31 - Índices de acerto pergunta 38 B de reação entre o ácido metanoico e propanol.....	49
Figura 32 – Alternativas e Índices de acerto da função éster do biodiesel.....	51
Figura 33- Nomenclatura dos Ésteres produzidos.....	52
Figura 34 – Etapas de preparação e produção do biodiesel.....	53
Figura 35 – Matéria prima do combustível.....	54
Figura 36 – Uso do tema biodiesel durante as aulas de química.....	55
Figura 37 – Etapas referente a tema contextualizado.....	56
Figura 38 – Alunos acima da média 7,0.....	57

LISTA DE TABELA

Tabela 01 - Propriedades físico-químicas do glicerol.....	19
Tabela 02 - Composição média da glicerina bruta.....	20
Tabela 03 - Etapas da pesquisa	23

LISTA DE QUADROS

Quadro 01 – Relatório da primeira aula.....	33
Quadro 02 – Relato da segunda aula.....	35
Quadro 03 – Relato da quarta etapa.....	36
Quadro 04 – Relato da quinta aula.....	37
Quadro 05 – Relato da aula resolução da lista de exercícios.....	46
Quadro 06 - Depoimento dos alunos a respeito do tema contextualizado.....	57

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

PCN – Parâmetros Curriculares Nacionais

PBL - Problem Based Learning

PNPB - Programa nacional de produção e uso do Biodiesel

CTS - Ciência, tecnologia e sociedade

ANP - Agência Nacional do Petróleo

ASTM - American Society for Testing and Materials

IUPAC - União Internacional de Química Pura e Aplicada

NaOH – Hidróxido de Sódio

KOH – Hidróxido de Potássio

B100 – 100% de biodiesel

C₂H₅OH – Etanol

FRIEDRICH, Leandro, Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Agosto 2019. **Contextualização do Biodiesel na aprendizagem de Funções Orgânicas e Reações de transesterificação na disciplina de Química.** Professor Orientador Dr. Daniel Walker Tondo.

RESUMO

Este trabalho faz uso da contextualização ao uso do biodiesel, desenvolvido em sete etapas estratégicas inseridas aos conteúdos de química orgânica de nomenclatura de funções orgânicas e reações de esterificação, sendo aplicada para 27 alunos da 3ª série do Ensino Médio de uma escola privada. Com o aumento do consumo de energia aliado ao crescimento populacional houve uma significativa expansão do agronegócio e da indústria no país para suprir as necessidades alimentícias e energéticas. As fontes de energia renováveis desempenham um papel fundamental no contexto energético, ambiental e socioeconômico do país. No decorrer da aplicação das aulas, observou-se grande interesse e participação na produção de biodiesel nas etapas que envolviam o laboratório de química, nas pesquisas que envolveram a produção de material e exposição na feira de ciências proporcionando um processo de aprendizagem coletiva na busca de novos conhecimentos. Por meio de aplicação de avaliação, observou-se ótimo desempenho dos discentes no uso da metodologia proposta.

PALAVRAS-CHAVE: Biocombustíveis, Estratégias de ensino, combustível renovável.

FRIEDRICH, Leandro, Federal Technological University of Paraná (UTFPR), August 2019. **Contextualization of Biodiesel in the learning of Organic Functions and Transesterification Reactions in Chemistry**. Advisor Professor Dr. Daniel Walker Tondo.

ABSTRACT

This work makes use of the contextualization of biodiesel use, developed in seven strategic stages inserted in the organic chemistry contents of organic function nomenclature and esterification reactions, being applied to 27 students of the 3rd grade of a private school. With the increase in energy consumption coupled with population growth, there is an expansion of agribusiness and industry in the country, to meet food and energy needs. Renewable energy sources play a key role in the country's energy, environmental and socioeconomic context. During the application of the classes, there was great interest and participation in the production of biodiesel in the steps that involved the chemistry laboratory, in research that involved the production of material and exposure at the science fair, providing a process of collective learning in the search for new knowledges. Through application of evaluation, it was observed great performance of students in the use of the proposed methodology.

KEY WORDS: Biofuels, Teaching strategies, renewable fuel.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	1
2 OBJETIVOS	3
2.1 Objetivo Geral	3
3 JUSTIFICATIVA	4
4 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	5
4.1 BODIESEL NA CONTEXTUALIZAÇÃO DO ENSINO DE QUÍMICA	5
4.2 EXPERIMENTAÇÃO DO BODIESEL NO ENSINO DE QUÍMICA	8
4.3 ENERGIA RENOVÁVEL	9
4.4 PRODUÇÃO DE BODIESEL	11
4.5 PROCESSO DE FABRICAÇÃO DO BODIESEL	13
4.6 COMPOSIÇÃO E REAÇÃO DE TRANSESTERIFICAÇÃO DO BODIESEL	14
4.7 MATÉRIAS PRIMAS UTILIZADAS NA PRODUÇÃO DE BODIESEL	16
4.8 GLICERINA	17
4.8.1 Composição da Glicerina	18
4.8.2 Glicerina Gerada na Fabricação do Biodiesel	20
4.8.3 Aplicações Para a Glicerina	21
5 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	23
5.1 LOCAL DA PESQUISA	24
5.2 INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS	24
5.2.1 Aplicação do questionário diagnóstico:	24
5.2.2 Apresentação do tema Biodiesel por meio de aulas teóricas.	24
5.2.3 Pesquisa do assunto abordado em laboratório de informática.	24
5.2.4 Preparação do Biodiesel em laboratório de Química	25
5.2.5 Feira de Ciências	28
5.2.6 Lista de Exercícios	28
5.2.7 Avaliação para verificação dos conhecimentos adquiridos na aplicação do projeto.	28
6 RESULTADOS	30
6.1 ETAPA 01 - ANÁLISE DO QUESTIONÁRIO DIAGNÓSTICO	30
6.2 ETAPA 02 - AULA EXPOSITIVA SOBRE BODIESEL (AULA 01)	32
6.2.1 Etapa 02 - Aula Expositiva Sobre Biodiesel (Aula 02)	34
6.3 ETAPA 3 - PESQUISA EM LABORATÓRIO DE INFORMÁTICA	35
6.4 ETAPA 04 - AULA PRÁTICA EXPERIMENTAL PARA PRODUÇÃO DE BODIESEL	36
6.5 ETAPA 05 - FEIRA DE CIÊNCIAS	39
6.5.1 Matérias Primas	40
6.5.2 Reação de Transesterificação	41
6.5.3 Demonstração do Biodiesel e Separação de Fases do Biodiesel e Glicerina	42
6.5.4 Glicerina	43
6.5.5 Regulamentação do uso da Mistura do Biodiesel no Diesel Mineral	43
6.5.6 Benefícios do uso do biodiesel	44

6.6 ETAPA 06 - LISTA DE EXERCÍOS	45
6.7 ETAPA 07 - TESTE DE VERIFICAÇÃO DE CONHECIMENTOS (AVALIAÇÃO).....	46
6.7.1 Questão 01	46
6.7.2 Questão 02	48
6.7.3 Questão 03	50
6.7.4 Questão 04	50
6.7.5 Questão 05	51
6.7.6 Questão 06	52
6.7.7 Questão 07	53
6.7.8 Questão 08	54
6.7.9 Questão 09	54
6.7.10 Questão 10	55
6.7.11 Avaliação das Atividades Desenvolvidas	56
7. CONCLUSÃO	59
REFERÊNCIAS.....	61
APÊNDICE 01 - QUESTIONÁRIO	68
APÊNDICE 02 – LISTA DE EXERCÍCIOS	69
APÊNDICE 03 - AVALIAÇÃO	71
APÊNDICE 04 – MANUAL DINÂMICO DO PROFESSOR.....	74

1 INTRODUÇÃO

O ensino de química se torna mais atraente por meio da contextualização de temáticas como as dos biocombustíveis, permitindo ao aluno, a partir do conhecimento químico refletir criticamente sobre questões relacionadas à ciência, sociedade, tecnologia e meio ambiente (XAVIER, 2011).

Por sua vez, para que o processo de ensino-aprendizagem em relação à temática do biodiesel seja relevante para o aluno, é imprescindível que o professor alie a contextualização do conteúdo a ferramentas tecnológicas e estratégias didáticas e a experimentação, que facilitam a criação de situações problemas que estimulam a construção do conhecimento e o desenvolvimento do senso crítico e reflexivo (GUIMARÃES, 2009).

A crescente demanda por energia nos últimos anos, aliado as preocupações ambientais, faz com que a sociedade busque alternativas a fim de suprir as necessidades energéticas, alimentícias e de conforto da população.

A oferta e consumo de energia em um país é um fator limitante para o seu crescimento e desenvolvimento, portanto é de suma importância que a oferta de energia sempre seja maior que o consumo, conseqüentemente, ocorre uma maior exploração dos combustíveis fósseis e intensificação dos problemas ambientais. Esta intensificação tem forçado a aplicação de políticas públicas, incentivando o uso de fontes renováveis de energia, como a produção de biocombustíveis do ProÁlcool e o Programa Nacional de Produção e uso do Biodiesel (PNPB). Estes programas tem grande sucesso, principalmente pela compatibilidade dos combustíveis aos motores dos veículos, pela menor poluição e por ser renovável (SANTOS 2009).

O biodiesel é um combustível que já está implantado no mercado interno, devido a sua similaridade com diesel, que é o combustível mais consumido no Brasil. Porém, apesar de ser um biocombustível bastante promissor, a produção de biodiesel gera a glicerina, que é um resíduo de difícil purificação, sendo utilizado como matéria prima em vários produtos, principalmente em cosméticos e fármacos.

A temática dos biocombustíveis é atual e abrangente, estando presente constantemente em diversos meio de comunicação, sendo muito empregado em livros didáticos, exames, seleções e testes.

Devido à abrangência e importância do estudo dos biocombustíveis este trabalho enfatizou o uso da contextualização ao uso do biodiesel como tema norteador, para elaboração de sete etapas didáticas, envolvendo aulas expositivas, de levantamentos de dados, aulas experimentais, de exposição de material e avaliação ao final do processo.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Apresentar alternativa dinâmica para o desenvolvimento de reações de esterificação, transesterificação e funções orgânicas a partir da produção de biodiesel em aulas de química orgânica.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Aplicação de uma sequência de aulas expositivas, de pesquisa, de experimentação, exposição de material e avaliação ao final do projeto envolvendo o uso da contextualização do biodiesel nas aulas de funções orgânicas, reações de esterificação e transesterificação nas aulas de química orgânica.

Construção de um material – manual didático, voltado a professores para desenvolvimento de funções e reações orgânicas de esterificação e transesterificação a partir da produção de biodiesel.

3 JUSTIFICATIVA

O Brasil não consegue produzir combustível fóssil suficiente para suprir o consumo interno, por este motivo vem investindo na geração de biocombustível. O biodiesel é um biocombustível de grande importância para o Brasil, pois com a sua incorporação no diesel, houve uma diminuição na importação do diesel mineral (BIODIESEL –BR 2016).

O biodiesel é um combustível com grandes expectativas, pois além de complementar a produção de combustível, tem menores impactos ambientais quando comparado com os de origem fóssil. Além disso, o tema biocombustível, vem sendo abordado amplamente na literatura atual, vestibulares, exames e testes seletivos.

Souza e colaboradores observaram que o estudo dos biocombustíveis de forma investigativa e com experimentos em sala de aula, facilitou a assimilação dos conteúdos, provocando e inserindo os alunos em uma problemática atual (SOUZA 2008).

O estudo do biodiesel em sala de aula merece destaque por se tratar de um combustível renovável, com matéria prima obtida da biomassa emitindo menos poluição quando comparado aos de origem fóssil. Nesse sentido, o uso de matrizes energéticas menos poluentes como os biocombustíveis se torna cada vez mais necessária para minimizar os impactos ambientais e para diminuir a dependência dos combustíveis derivados do petróleo. Assim, a temática dos biocombustíveis, além de ser atual, pode surgir como opção para contextualização e interdisciplinaridade do Ensino, pois é um assunto que possibilita que vários conteúdos do programa da disciplina sejam trabalhados em sala de aula, além do mesmo ser bastante cobrado em provas, exames e testes seletivos.

4 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

4.1 BIODIESEL NA CONTEXTUALIZAÇÃO DO ENSINO DE QUÍMICA

Quando evidenciada a aula de Química no Ensino Médio nos remetemos a um palco perfeito para esse tipo de discussão, é nesse ambiente que podemos mostrar aos discentes de inúmeras maneiras, como o nosso país tem uma vasta diversidade de vegetais para a produção de biodiesel, como se dão os processos de reações de transesterificação, e a importância que estes têm para a nossa economia, fazendo-os perceber como a produção de biodiesel a partir de fontes vegetais deveria ser adotada como uma forma de política pública para gerar emprego e renda, principalmente na zona rural.

Assunto este abordado por Andrade (2007) ao afirmar que:

“O ensino da química descontextualizado que preza meramente a apresentação de conteúdos científicos prontos e acabados, tende a fazer o aluno memorizar sem, na maioria das vezes, entender o conceito por trás deste conteúdo. Temas que contextualizam o ensino da química são sugeridos como uma boa possibilidade de dar sentido aos conceitos científicos. Acredita-se que a inclusão de temas sociais no currículo promove a compreensão, pelos alunos de processos químicos e de consequências da aplicação da química na realidade social.”

No ano de 1999 foi lançado pelo MEC os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio – PCNEM (BRASIL, 1999), que tiveram como objetivo nortear a implementação das mudanças no currículo. Em 2002, houve a complementação dos conteúdos, denominada PCN+. A reflexão dos professores sobre esses documentos levou à criação do PCN em Debate em 2004 e posteriormente à criação do PCN 2006. Esses documentos trazem como orientação o uso de temas contextualizados do ensino, bem como os temas ambientais e sociais. Dentro desses temas podem ser incorporados assuntos como combustíveis e poluição, que podem trazer para a sala de aula temáticas voltadas diretamente à realidade dos alunos.

“O professor é um grande mediador entre o aluno e a sociedade, e o aluno, por sua vez, é um sujeito ativo na construção do seu conhecimento por meio da sua interação com o mundo físico e social que o rodeia.” (LAKOMY, 2008, p.45).

Segundo Andrade (2007), o ensino da química está relacionado a temas que façam a contextualização dos conceitos científicos e que possam dar sentido aos mesmos, por exemplo, o tema biodiesel, que quando disponibilizado no contexto do ensino pode ser trabalhado com o uso de temas ambientais e sociais.

O discente é estimulado a mobilizar seus conhecimentos ao trabalhar com projetos, para resolver tarefas e desafios reais, contextualizados e presentes nos inúmeros âmbitos da sociedade.

De acordo com Both (2017, p.55).

“A aprendizagem impõe um desafio – o aluno não pode ser visto como um depósito de conteúdo, tão somente. Por isso, não basta ao professor à competência técnica, o domínio dos conteúdos; também se faz necessária a competência pedagógica”.

Durante o desenvolvimento de um tema/problema, ao analisar os conhecimentos pesquisados, o aluno tem que interagir e comparar suas ideias, despertando a curiosidade e levantando dúvidas. Dessa maneira é possível registrar fatos, resultados e discussões acerca do projeto, as quais podem servir como forma de avaliação e assimilação do conteúdo, analisando como o conhecimento foi construído e deixando de lado somente o aspecto quantitativo das avaliações convencionais (OLIVEIRA, 2006).

Segundo Hernández (1998), ao trabalhar com projetos, os alunos adquirirão a habilidade de resolver problemas e também passam a articular os conhecimentos adquiridos, suas ações são desenvolvidas com autonomia diante das propostas de trabalhos, além de despertar a criatividade e entender a importância da colaboração.

O desenvolvimento desse tipo de trabalho com projetos lança a construção do conhecimento escolar, valoriza a prática pedagógica e estimula os alunos à pesquisa e ao trabalho em equipe, além de estimular a habilidade de ouvir e expressar-se, respeitando as diferenças entre eles. Dessa maneira, o aluno passa a desenvolver suas competências por meio da pesquisa e de todas as etapas desenvolvidas no projeto, gerando como resultado a promoção da sua autonomia intelectual (OLIVEIRA, 2005; SOLANTE, 2009).

Na utilização dos métodos de projetos em sala de aula, o professor passa a ser mediador da aquisição do conhecimento, transformando o foco da aula, desta maneira o docente não apenas transmite o conhecimento e cobra a memorização dos mesmos. Ao trabalhar com projetos, aluno e professor assumem a condição de

pesquisadores e corresponsáveis pelo processo de aprendizagem como um todo (SOLANTE, 2009).

Moreira e Masini (1996, p.40) apud Lakomy (2014, p.48) afirmam que para Azubel cognição é:

O processo através do qual o mundo dos significados tem origem. À medida que o ser se situa no mundo, estabelece relações de significação, isto é, atribui significados à realidade em que se encontra. Esses significados não são entidades estáticas, mas pontos de partida para a atribuição de outros significados. Tem origem, então, a estrutura cognitiva (os primeiros significados), constituindo-se nos “pontos básicos de ancoragem” dos quais derivam outros significados.

O ensino de Química, como o de outras ciências, tem por objetivo principal a formação do cidadão e sua preparação para lidar com o mundo moderno, bem com o trabalho e as tecnologias de forma que ele possa fazer uso de conhecimentos químicos necessários à sua participação efetiva na sociedade. Desta maneira, seria interessante que o aluno se apropriasse de conhecimentos que tivessem relação estreita com o seu cotidiano tais como: saber manusear substâncias químicas, interpretar informações veiculadas pelos meios de comunicação, compreender a linguagem química de alimentos e medicamentos, ter opinião crítica em relação a problemas sociais e ambientais que envolvam a química, entre outros (BRITO, 2008).

Brito (2008), relatou que o ensino de química deve ser baseado principalmente em temas químicos sociais, tais como: química dos medicamentos e dos produtos de limpeza, química ambiental, recursos energéticos e a química dos alimentos. Desenvolvidos em sala de aula, esses assuntos mostram ao aluno onde ele pode utilizar o conhecimento adquirido, permitindo assim uma interpretação mais elaborada de mundo, propiciando situações em que ele, como sujeito social, possa tomar atitudes, mais facilmente, na resolução de problemas, na avaliação de despesas e na busca de alternativas.

4.2 EXPERIMENTAÇÃO DO BIODIESEL NO ENSINO DE QUÍMICA

Em locais apropriados como laboratórios, podem ser feitos experimentos para produzir biodiesel, utilizando óleo de soja e etanol na presença de hidróxido de sódio como catalisador, assim como conduzido por Santos (2009), que utilizou materiais de uso cotidiano fornecidos no comércio, como prática para abordagem do tema para alunos do ensino-médio.

Para que o aluno tenha uma educação em química voltada para a cidadania visando à tomada de decisão na resolução de problemas que envolvam a sua vida e a sociedade, são necessários conhecimentos que vão além do campo da ciência e que valorizem a perspectiva política e atitudes valorativas. Nessa ótica, não pode o ensino se basear em aulas que exijam apenas a memorização de nomes e fórmulas ou o treinamento repetido na resolução de problemas padrões, tornando-se vagas e desnecessárias, mas sim em aulas bem preparadas e intercaladas, bem contextualizadas, com experimentos que despertem para o sentido prático, motivando o aluno a aprender (BRITO, 2008). Ainda segundo o autor, o professor se faz como a Figura chave no desenvolvimento das atividades experimentais, portanto, é ele que vai introduzir pontos eficazes de trabalho com procedimentos adequados as necessidades dos alunos, o mesmo deve incorporar atitudes, diferenciando da prática tradicional de ensino.

Nos diversos cursos de capacitação ou atualização para professores da rede pública, a ausência de atividades experimentais, são frequentemente apontadas pelos pesquisadores como uma das principais deficiências no ensino das disciplinas científicas no ensino fundamental e médio (BUENO et al, 2010).

Para Santos e Schnetzler (1996), as atividades envolvendo experiências são relevantes quando caracterizadas pelo seu papel investigativo e sua função pedagógica em auxiliar o aluno na compreensão dos fenômenos. O indivíduo constrói significado a partir da moldagem conceitual entre a concepção apresentada e o conhecimento prévio, sem deixar de considerar a sua capacidade para realizar essa construção, conforme apontam (AUSUBEL 1982 Citado por FREITAS FILHO et al. 2008).

O ensino de química deve ser aliado a uma educação onde a construção do conhecimento é feita em formato de diálogo, buscando o conhecimento a partir de situações que envolvem o cotidiano, da experimentação, da contextualização e da

interdisciplinaridade visando o resgate de uma ciência mais humanística pautada em valores, visando à formação do aluno (BRITO, 2008).

Santos e Pinto (2009) trabalharam com contextualização sobre o biodiesel no Ensino Médio, construindo um equipamento de laboratório, com materiais de fácil acesso, e demonstraram a importância do preparo do biodiesel, por meio de um experimento simples, que pode ser feito com materiais do cotidiano, trazendo à tona temáticas bastante atuais. Neste trabalho os autores identificaram que o preparo do biodiesel motivou uma boa discussão em sala de aula sobre novas fontes renováveis de energia e sobre as reações de esterificação e transesterificação.

Santos e Ferreira (2018) ao trabalharem com projetos contextualizados, como princípio para o ensino de química no âmbito de um curso de educação popular, concluíram que os alunos tiveram maior interesse e envolvimento com as atividades, em relação ao ensino não contextualizado.

Medeiros e Lobato (2010) trabalharam com a contextualização prática ao abordarem o tema radiações no ensino de química. Os autores produziram um material didático para o ensino e aprendizagem de radiação, onde concluíram que usando o material didático, os alunos se interessam pelo assunto, reconhecendo e diferenciando vários tipos de radiação presentes no cotidiano.

Wartha et al (2013), aplicaram temas relacionados ao uso da contextualização do Cotidiano no Ensino de Química, onde afirmam que ao usar temas a partir da perspectiva de contextualização, os trabalhos devem se referir a quais correntes teóricas se filiam.

4.3 ENERGIA RENOVÁVEL

O assunto energia é de suma importância para a população e os setores econômicos, independente de ela ser voltada a eletricidade ou aos biocombustíveis.

A geração de energia a partir de fontes renováveis vem crescendo muitos nos últimos anos em virtude das pesquisas voltadas ao desenvolvimento tecnológico.

No Brasil, de acordo com a ANP (Agência Nacional do Petróleo) (2019), cerca de 45% da energia e 18% dos combustíveis consumidos no Brasil são renováveis. O Brasil é pioneiro mundial no uso de biocombustíveis, alcançou uma

posição almejada por muitos países que buscam fontes renováveis de energia como alternativas ao petróleo.

As energias renováveis são consideradas energias alternativas ao modelo energético tradicional, tanto pela sua disponibilidade (presente e futura) garantida, como pelo seu menor impacto ambiental, diferente dos combustíveis fósseis que precisam de milhares de anos para se formar.

Existem diversos tipos de energias oriundas de fontes renováveis no Brasil, dentre as principais se destacam a energia das hidroelétricas, de biomassa, energia solar e energia eólica.

Segundo Brasil (2007), o termo “combustíveis renováveis” é entendido como a biomassa e suas diversas formas de aproveitamento, seja ela aplicada por meio da combustão direta, por processos termoquímicos ou ainda processos biológicos.

A combustão direta pode ser efetuada com ou sem processos físicos de secagem, classificação, compressão e corte/quebra. Os processos químicos envolvem gaseificação, pirólise, liquefação e transesterificação; e os processos biológicos são a digestão anaeróbia e a fermentação. A Figura 01 aponta os principais processos de conversão da biomassa em energéticos.

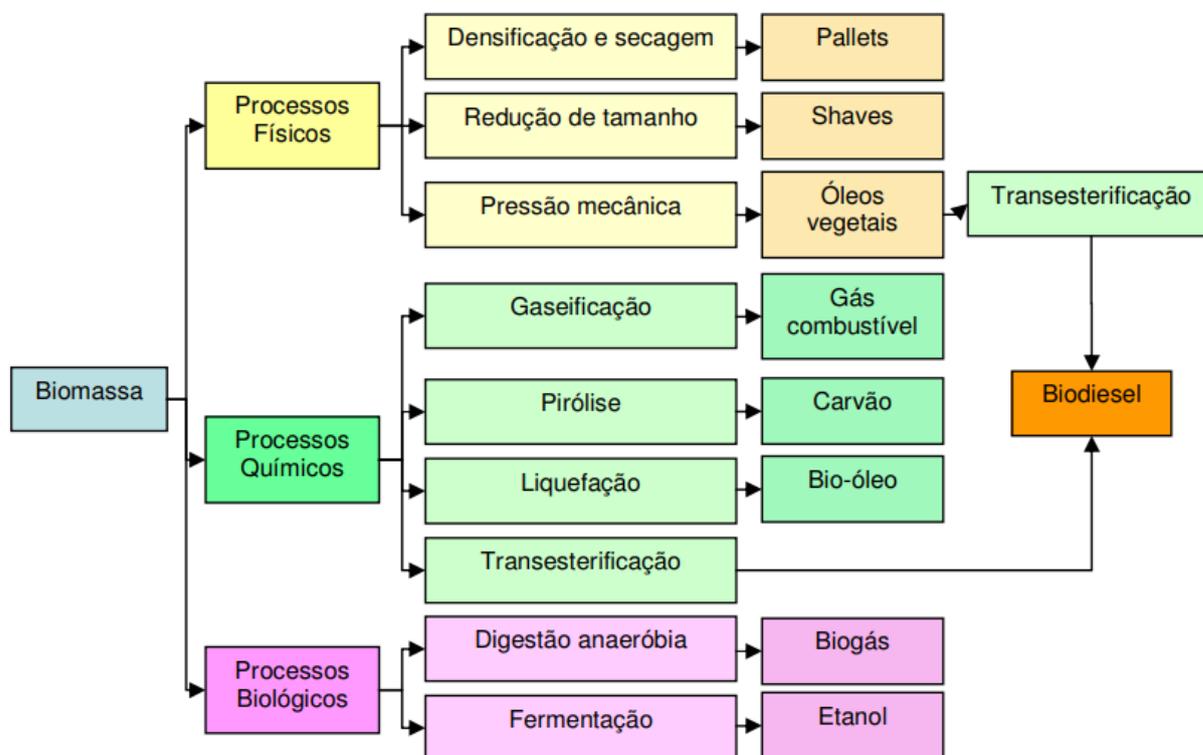


Figura 01 - Diagrama esquemático dos processos de conversão energética de biomassa. Fonte: BRASIL, 2007. Adaptado.

4.4 PRODUÇÃO DE BIODIESEL

A produção de biodiesel no Brasil começa a partir do desenvolvimento do Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel (PNPB) criado pelo governo Federal em 2004. Este programa governamental aponta as diretrizes que norteiam as atividades agroindustriais, a partir da produção agrícola das matérias primas até o compartilhamento do produto ao consumidor final. O objetivo do programa é executar de forma sustentável, um programa social com atribuições de preços competitivos, qualidade, suprimento e fiscalizar as matérias primas para produção do biodiesel. Outro propósito do programa é fomentar a diversificação da matriz energética brasileira, especialmente com ligação às fontes de energias mais limpas e renováveis (PNPB, 2004).

A Lei 11.097/05 do PNPB foi o marco regulatório que estabeleceu os percentuais mínimos de adição de biodiesel ao diesel e seu monitoramento. Em julho de 2008 (Figura 02), o percentual facultativo de 2% passou a ser obrigatório, em julho de 2009 passou de 3% a 4%, e em janeiro de 2010 a adição obrigatória de biodiesel ao diesel passou a ser de 5%. A Lei nº 13.033/2014 autorizou aumento para 6% em julho e 7% em novembro de 2014, o que significou uma produção nacional de quase 3,5 milhões de metros cúbicos de biodiesel em 2014. Em 2017, conforme a lei nº 13.623/2016 foi implantado um cronograma de aumento do teor de biodiesel a partir de 2017, sendo que em março de 2017 passou para 8% da mistura, até março de 2018 para 9% e em março de 2019 passou a atenuar em 10%.



Figura 02- Evolução do aumento do percentual de adição do biodiesel
Fonte: BSBIOS 2019

A Resolução da ANP regulamenta e apresenta as normas a respeito de todas as autorizações e determinações impostas para que os interessados possam construir ampliar, operar e comercializar sua geração de Biodiesel. Para adquirir à autorização de comercialização a empresa precisa, da certificação de qualidade do Biodiesel B100 por ela produzido.

Como está representada na Figura 03, a capacidade nominal autorizada pela ANP e a produção em cada região no ano de 2014.

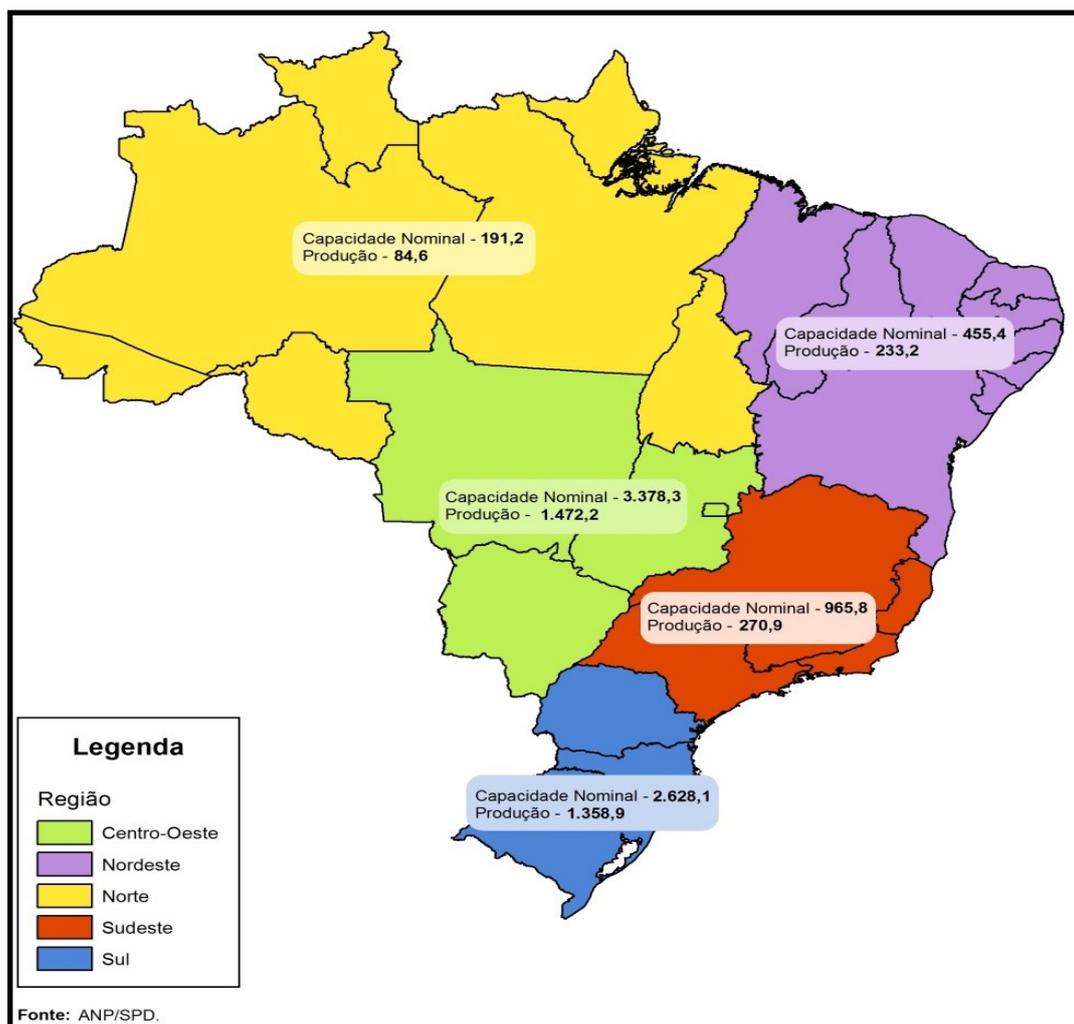


Figura 03 - Capacidade nominal autorizada e produção de biodiesel (B100), segundo grandes regiões (mil m³/ano) – 2014

Fonte: Adaptado ANP, Cartograma 4.2. Relatório 2015 ano base 2014.

A capacidade instalada autorizada a operar comercialmente em abril de 2016 de acordo com a ANP (2017), ficou em 7.243 mil m³/ano (604 mil m³/mês). Sendo que dessa capacidade, 91% são referentes às empresas detentoras do Selo Combustível Social.

Na Figura 04, está representado o valor acumulado da produção de biodiesel, no período de 2005 a 2019 somando todas as regiões do Brasil ANP (2017).

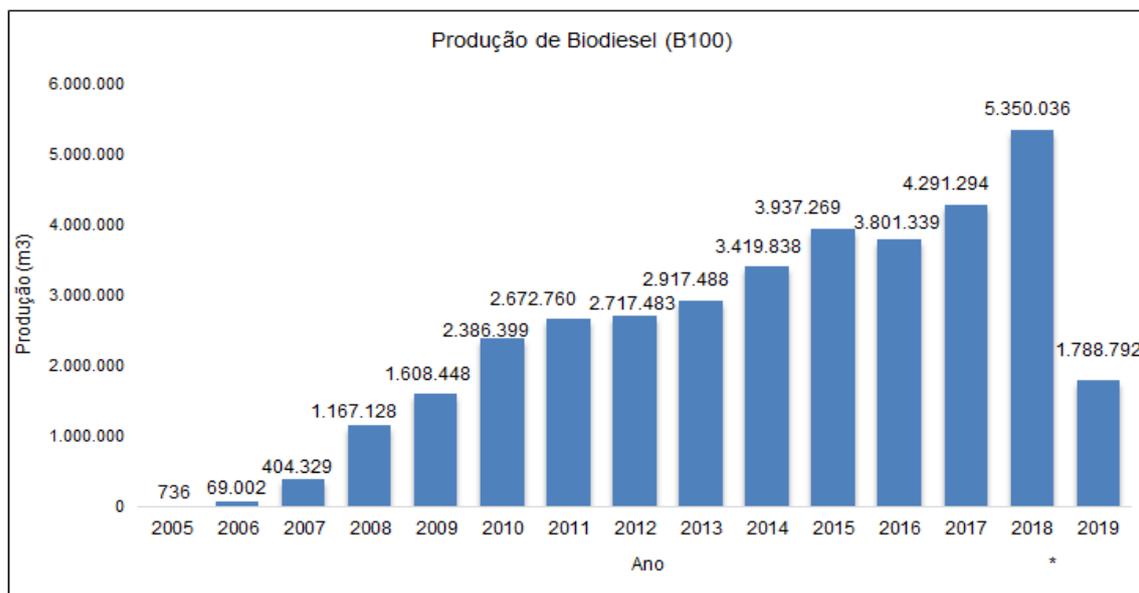


Figura 04 - Evolução da produção de biodiesel (B100) – 2005-2019

* Dados coletados de 2019, até 24/05/2019

Fonte: Adaptado, ANP/SPD (tabela 4.10). Relatório 2019.

A Figura 04, demonstra que a produção de biodiesel está aumentando a cada ano, principalmente pelo incentivo do governo com aumento do percentual de mistura do biodiesel no diesel convencional, sendo que em 2018 foi o ano que produziu uma maior quantidade deste biocombustível, representando 5,35 milhões de m³ de biodiesel. Vale ressaltar também que a quantidade produzida até 24 de maio de 2019 já foram superiores do que por exemplo a quantidade produzida em 2009.

4.5 PROCESSO DE FABRICAÇÃO DO BIODIESEL

Na Figura 05, está demonstrado um fluxograma simplificado do processo de produção de biodiesel via catálise homogênea em meio alcalino.

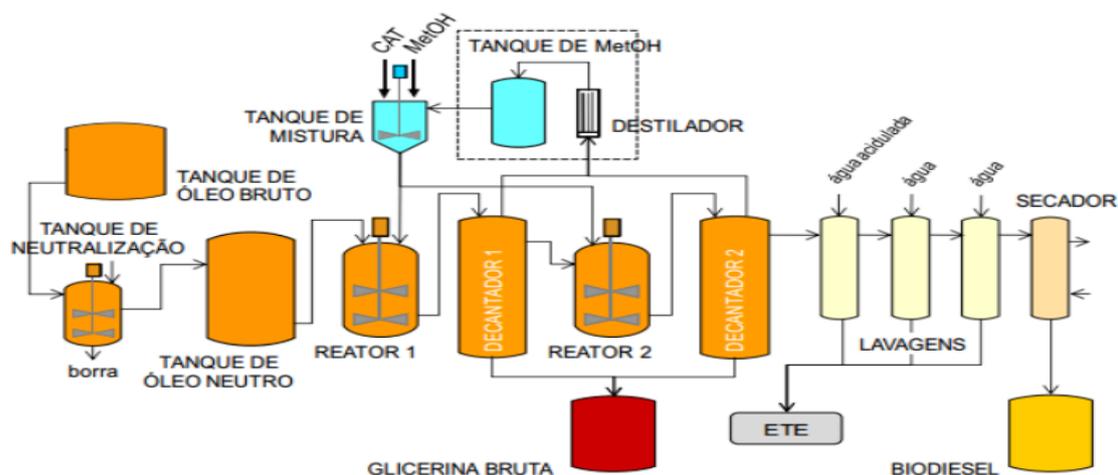


Figura 05 - Processo de produção do biodiesel.
Fonte: Ramos et al., (2011).

O processo de produção de biodiesel, começa com a manipulação da matéria prima, depois ocorre a reação de transesterificação (Figura 06), separação de fases, recuperação e desidratação do álcool, destilação da glicerina e purificação do biodiesel. Na etapa de purificação do biodiesel é efetuada a lavagem com água para a extração de impurezas como, excesso de álcool, restos de catalisador (cátions metálicos), e outros produtos hidrossolúveis que eventualmente estejam presentes no biodiesel (BONI, 2008).

4.6 COMPOSIÇÃO E REAÇÃO DE TRANSESTERIFICAÇÃO DO BODIESEL

O biodiesel tem características semelhantes ao diesel mineral, tendo potencial para substituir ou complementar o mesmo. A composição do biodiesel é uma mistura de éster alquílicos e de ácidos carboxílicos de cadeia longa. Pode ser aplicado em motores de ignição por compressão sem precisar fazer modificação no motor ciclo diesel. (GHANSHYAM et al., 2014; SPERANZA et al., 2015; ALI et al., 2016).

O Biodiesel é gerado a partir dos triacilgliceróis contidos nos óleos e/ou matérias graxas de origem animal ou vegetal que reagem na presença de álcoois e catalisador, gerando também como co-produto a glicerina (MAZUBERT, 2013). Para ser qualificado como biodiesel, o produto deve responder a todas as especificações contidas no Regulamento Técnico 45, da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP). Os órgãos americanos *American Society for Testing and Materials (ASTM)* e *National Diesel Board* definiram o biodiesel como o derivado

mono-álquil éster de ácidos graxos de cadeia longa, originários de fontes renováveis como óleos vegetais ou gordura animal (LIMA, 2008).

O processamento do biodiesel ou a reação de transesterificação é influenciado por uma série de fatores e variáveis, que podem englobar a quantidade e o tipo de catalisador utilizado, tipo de álcool, razão molar álcool/óleo, tempo de reação, velocidade de agitação, quantidade de umidade presente na reação, dentre outros fatores (BORGES e DÍAZ; ATADASHI et al., ATABANI et al., 2012; YAAKOB et al., 2013). Na Figura 06, está demonstrado o procedimento geral da reação de transesterificação, sendo que a matéria prima (Triglicerídeo) irá reagir com uma molécula de álcool e dará início a um ciclo de catálise, até que a mistura seja convertida em biodiesel e glicerol.

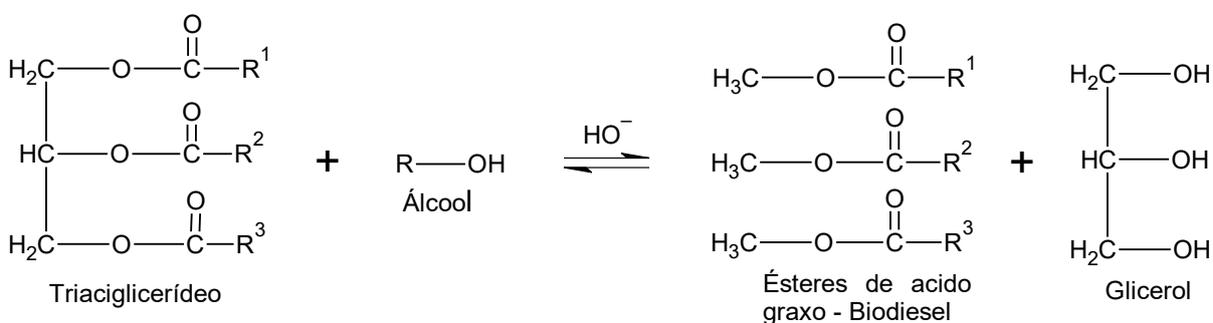


Figura 06 - Reação de Transesterificação
 Fonte: Adaptado de LASAPE, 2014

Os óleos e gorduras animais e vegetais consistem em moléculas de triacilglicerídeos, as quais são constituídas de três ácidos graxos de cadeia longa ligados na forma de ésteres a uma molécula de glicerol.

O uso de óleos vegetais puros, sem nenhuma modificação, como combustíveis alternativos para mecanismos a diesel é considerado falho e impraticável, por apresentar uma série de fatores limitativos, como alta viscosidade, quantidade de ácidos graxos livres, combustão incompleta e baixa volatilidade, que resultam na formação de resíduos nos injetores de combustível dos motores de automóveis e máquinas. Uma forma de solucionar esse problema é a derivatização dos triacilglicerídeos, algumas alternativas podem ser consideradas para resolver esse problema, nesse caso por exemplo: a diluição; emulsificação através da formação de micro-emulsões usando como solventes, metanol, etanol ou butanol; a pirólise; o craqueamento catalítico empregando sais metálicos (ex. $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ a 450°C); e a transesterificação com etanol ou metanol (PINTO et al, 2005 e GERIS et al, 2007).

O etanol e o metanol são os álcoois mais procurados em escala industrial e seus usos nas reações de transesterificação têm sido constantes. A utilização do metanol no método de transesterificação exibe algumas vantagens em relação ao uso do etanol, e entre elas está a facilidade de obtenção do metanol comercial com baixos teores de água, a utilização de equipamentos menores gerando conseqüentemente o menor consumo de energia, maior produtividade e maior velocidade reacional com menor consumação de álcool. Porém a rota metílica também expõe algumas desvantagens, pois, apesar da possibilidade de se produzir metanol a partir de biomassa, ele é tradicionalmente retirado de fontes não renováveis e é altamente tóxico (SILVA, 2005).

A transesterificação, além de ser um procedimento muito simples também é o mais identificado na literatura como alternativa para a geração de biodiesel. A transesterificação reduz em um terço a massa molecular em relação aos triglicerídeos, além de reduzir a viscosidade e aumentar volatilidade (PINTO et al, 2005).

4.7 MATÉRIAS PRIMAS UTILIZADAS NA PRODUÇÃO DE BIODIESEL

Algumas pesquisas que investigam a produção de biodiesel, segundo Costa Neto (2000) apontam que este também pode ser obtido a partir de óleos vegetais, de fritura de alimentos, o que permite aproveitar resíduos que são eliminados diretamente no esgoto doméstico e causam inúmeros danos ao meio ambiente, como, por exemplo, a poluição dos rios.

Dessa maneira a temática do biodiesel pode ser utilizada não somente a questões ligadas ao ensino de Química, mas também para se trabalhar um contexto social amplo, proporcionando discussões que adentram mais a assuntos relacionados à educação ambiental, ao uso racional de recursos energéticos, entre outros temas eficazes na geração de situações problemas para o desenvolvimento de projetos educacionais.

Quando ocorre uma comparação entre o biodiesel e o diesel de petróleo, as vantagens são inúmeras, principalmente pela parte ambiental, visto que o biodiesel lança menor quantidade de monóxido e dióxido de carbono, material particulado, enxofre e compostos aromáticos (FERNÁNDEZ et al., 2010).

Na Figura 07, está exposto um breve histórico das matérias primas utilizadas para a produção de biodiesel no Brasil.

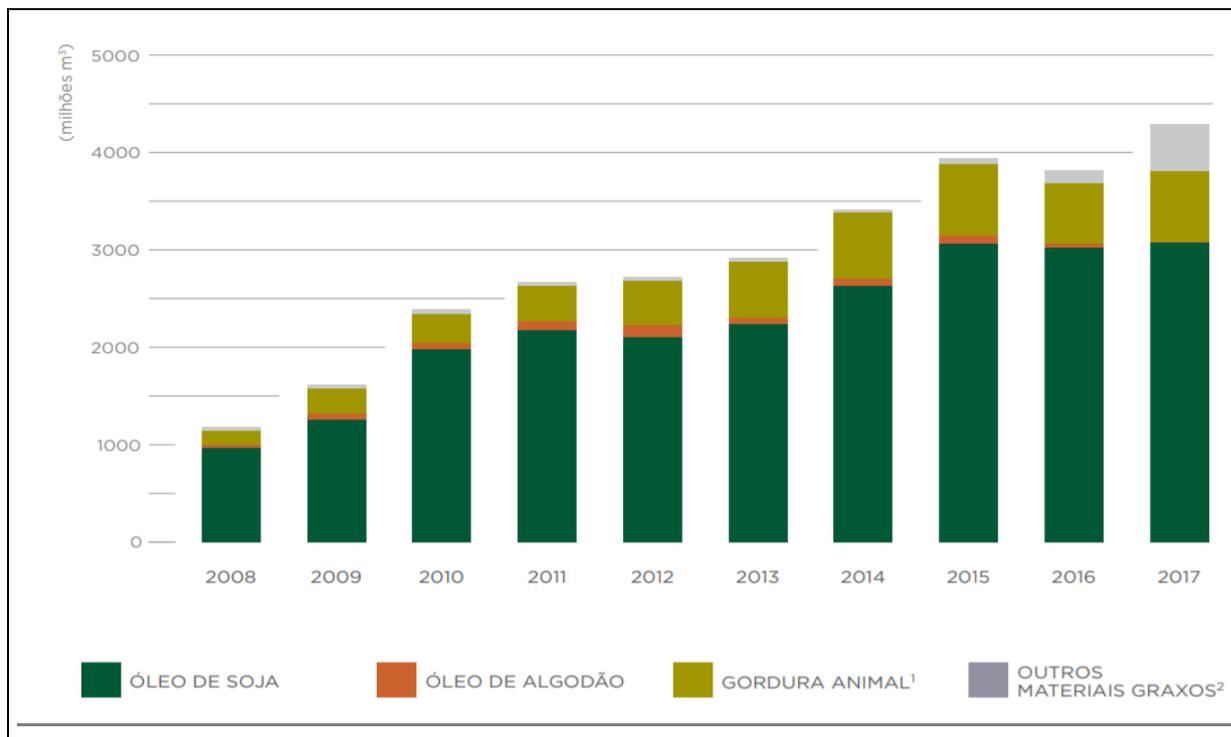


Figura 07 - Matérias primas utilizadas na produção de biodiesel (B100) – 2005 – 2017.

¹Inclui gordura bovina, gordura de frango e gordura de porco.

²Inclui óleo de palma, óleo de amendoim, óleo de nabo-forrageiro, óleo de girassol, óleo de mamona, óleo de sésamo, óleo de fritura usado e outros materiais graxos.

Fonte: ANP/SPD (Tabela 4.13). Relatório 2019 ano base 2017.

Como podem ser observadas na Figura 07, diversas matérias primas são utilizadas para a produção do biodiesel ao longo dos anos. No ano de 2014, 75% de todo o biodiesel produzido no Brasil foi proveniente de óleo de soja, 19,8% de gordura animal, seguido de algodão 2,2% e outros materiais graxos (ANP, 2015). Já no ano de 2016 (Figura 09) 69,30% é resultante de óleo de soja, 16,94% de gordura bovina e 5,66% de outras matérias, como óleo de algodão, óleo de fritura, gordura de porco, gordura de frango e outros materiais graxos representando 8,10%.

4.8 GLICERINA

Segundo Oleoline (2010), os diferentes tipos de glicerina comercial, dependem do método ou processo e do óleo ou gordura usados para a fabricação do biodiesel e da sua purificação.

4.8.1 Composição da Glicerina

Segundo Mota et al (2009), o glicerol foi descoberto em 1779 por Scheele, no aquecimento de uma combinação de óxido de chumbo com azeite de oliva. A glicerina bruta é atingida principalmente da produção de biodiesel, sendo que a mesma é um subproduto no processo da transesterificação catalisada. No entanto, a glicerina obtida no processo de elaboração do biodiesel vem contaminada com água, ácidos graxos e sabões.

A glicerina é um líquido viscoso, incolor, inodoro e higroscópico em estado puro. A denominação glicerina ou glicerol são usados alternadamente na literatura, mas seu nome oficial pela IUPAC é Propano-1,2,3-triol (OH-CH₂-CH(OH)-CH₂-OH) (Figura 08). O glicerol absorve água a partir do ar e está presente na forma de ésteres (acilgliceróis) em gordura animal e óleos vegetais (LARSEN, 2009).

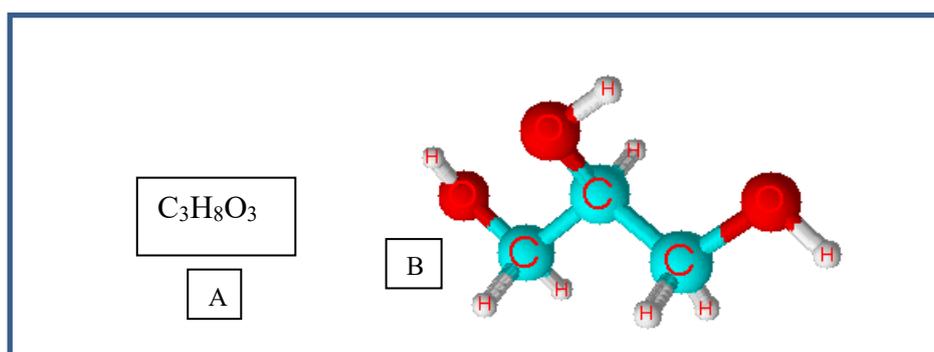


Figura 08 - a – Fórmula Molecular. b - Representação Tridimensional da molécula de glicerina
Fonte: Autoria própria, Software ACD/ChemSketch

Diversos níveis e designações de glicerina estão liberados comercialmente. Estes diferem um pouco em seu conteúdo de glicerol e em outras características, tais como cor, odor e impurezas, como pode ser visualizado na Figura 09.



Figura 09 - Glicerina pura, semi-purificada e bruta
Fonte: HEIMBACH, 2015

Como pode ser verificado na Figura 09, a glicerina de baixa pureza, glicerina crua ou glicerina bruta é resultante do processamento do biodiesel, corresponde a 40 – 80% de glicerol ou entre 500 e 700g de glicerol por quilo de matéria seca, sendo uma pasta com coloração escura.

A glicerina de média pureza, glicerina loira, comercial ou semi-refinada é submetida a um processo de evaporação flash, filtração, remoção parcial de álcool e outros ingredientes, resultando em um material líquido com coloração marrom claro, com teor de glicerol entre 80 – 90% ou entre 800 e 900g de glicerol por quilo de matéria seca.

A glicerina de alta pureza, refinada, estabelece um processo de alto custo, devido à necessidade de extração de sais (sódio (Na), Enxofre (S), fósforo (P)), remoção de ácidos graxos e outras impurezas por processo de filtração por membranas (micro, ultra, e nano filtração, osmose reversa), destilação e secagem. Esta glicerina contém teor de glicerol acima de 90%, dependendo do uso deve chegar em 99% de glicerol, tendo 990g de glicerol/kg MS, coloração incolor e líquida (FREITAS E PENTEADO; KNOTHE et al.; THOMPSON e HE, 2006; HESS, 2007; MOTA et al., 2009).

A Tabela 01 apresenta as propriedades físico-químicas do glicerol.

Tabela 01 - Propriedades físico-químicas do glicerol

PROPRIEDADES	ESPECIFICAÇÕES
Peso molecular	92,09 kg/Kmol
Ponto de Fusão	17,8°C
Temperatura de auto-ignição	370°C
Ponto de Ebulição (1 atm)	290°C
Densidade (25 °C)	1,262 g/mL
Temperatura de inflamação (Flashpoint)	176°C
Condutividade térmica	0,28 W/(m.K)
Calor de formação	667,8 kJ/mol
Toxicidade	20 mL/kg (oral)
Solubilidade	Água e etanol

Fonte: PERRY e GREEN (2001); BASTOS et al., (2003)

De acordo com Oleoline (2010), as propriedades físicas e químicas da glicerina se devem ao tipo de óleos ou gorduras animais ou vegetais, que modificam a quantidade de ácidos graxos livres, alterando o tamanho da cadeia carbônica e ainda podem se ligar com os triglicerídeos e poluentes que produzem odor, cor,

mudança de estado físico ou que podem reagir e formar sabão na etapa de fabricação do biodiesel. A matéria prima utilizada na fabricação do biodiesel impacta muito na qualidade do biodiesel e na composição da glicerina.

Na Tabela 02, estão representadas algumas características da glicerina bruta.

Tabela 02 – Composição média da glicerina bruta

PARÂMETRO	VALOR
Potencial Hidrogeniônico (pH)	6,5 – 7,5
Demanda química de oxigênio (DQO)	1900 g O ₂ L ⁻¹
Perda por dessecação (umidade)	79,96% (m/m)
Resíduo por incineração (cinzas)	4,35% (m/m)

Fonte: FERREIRA, 2009.

Como pode ser visualizado na Tabela 02, a glicerina bruta pode apresentar um pH alcalino a neutro, o que pode ser exemplificado pela presença de bases como NaOH, KOH residual, utilizados como catalisadores na reação na produção de biodiesel.

4.8.2 Glicerina Gerada na Fabricação do Biodiesel

É necessário dispor corretamente e promover aplicações úteis para a grande quantidade de glicerina que está disponível no mercado mundial. Sabe-se que 10% em peso do óleo vegetal utilizado como matéria prima na produção de biodiesel é converso em glicerina. Assim, pode-se observar que a glicerina obtida do processo de produção de biodiesel ocorre em grande porcentagem, pois para cada 100 L de biodiesel produzido, aproximadamente 10 kg de glicerina são gerados na etapa (SILVA et al., 2008).

Justo a esta grande quantidade de glicerina formada no processo de fabricação do biodiesel, o excedente deste material acaba desvalorizando este co-produto, e conseqüentemente, é eliminado de forma incorreta no meio ambiente. Outro fator que abala o valor comercial da glicerina é a presença de impurezas como água, álcool, catalisador, sabões, ácidos graxos e resquícios de mistura ésteres (MARÇON, 2010).

Na Figura 10 está disposto a quantidade de glicerina gerada no Brasil a partir do início da produção de biodiesel.

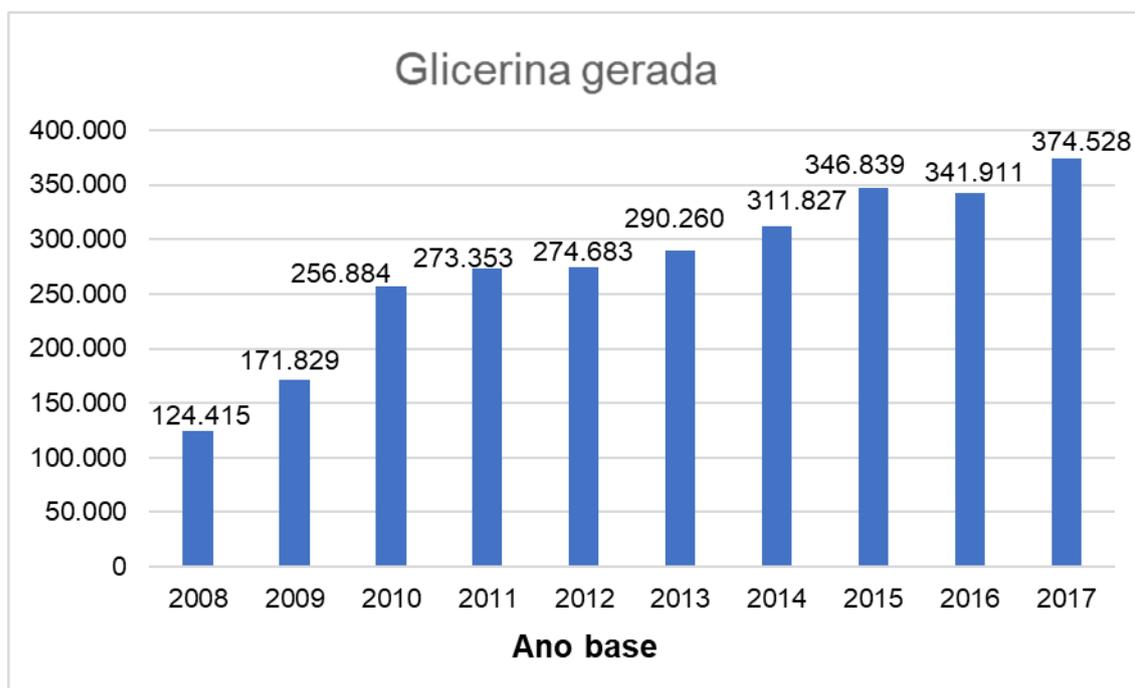


Figura 10 - Glicerina gerada na produção de biodiesel (B100), segundo grandes regiões do Brasil entre – 2008 - 2017.

Fonte: Adaptado. ANP/SPD (tabela 4.12). Relatório 2019 ano base 2018.

O aumento observado de produção de glicerina está aliado ao aumento da produção de biodiesel B100 no Brasil.

4.8.3 Aplicações Para a Glicerina

Diante do que expõe Adhikari et al (2009), desde 1945 mais de 1500 diferentes aplicações para a glicerina estão documentadas. 66% dos usos industriais da glicerina estão nos alimentos e bebidas (23%), cuidados pessoais (24%), saúde bucal (16%) e fumo (12%), Na Figura 11 estão outros dados referentes ao uso da glicerina segundo Mota et al., 2009 (Figura 11). De acordo com o BIODIESEL-BR (2010), o glicerol tem aplicações, como síntese de resinas e ésteres (11%), aplicações farmacêuticas (7%), uso em cosméticos (40%), uso alimentício (24%), outras aplicações (11%). Em relação ao uso pessoal, higiene dental, e alimentos, correspondendo a 64% do total. Segundo dados levantados, a demanda de glicerina e derivados cresce 4% ao ano nos mercado de alimentos (BIODIESEL-BR, 2010).

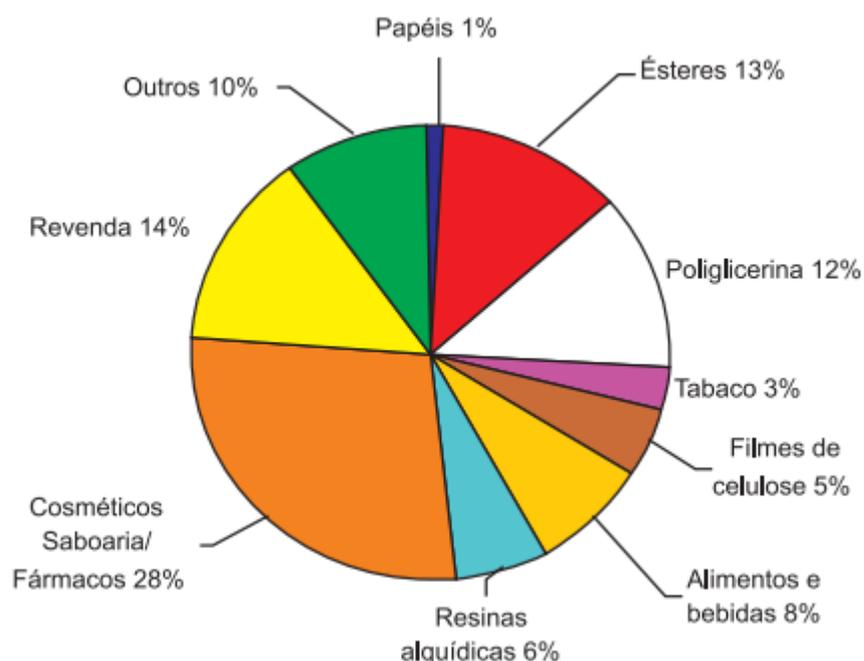


Figura 11 - Principais setores industriais de utilização da glicerina
Fonte: MOTA et al., 2009.

A glicerina bruta tem confirmado um grande potencial como co-substrato no tratamento anaeróbio de diferentes tipos de resíduos orgânicos, para a produção de biogás (KOLESÁROVÁ et al., 2011). Outra alternativa para sua utilização, é na petroquímica como a produção de ésteres, acroleína e ácido acrílico, ácido alílico e gás de síntese do glicerol, este último pode ser alcançado por meio da gaseificação, pirólise ou reforma a vapor (MCNEIL et al., 2012).

Diversos trabalhos expõe a utilização do glicerol proveniente de processos produtivos de biodiesel planejando o incremento na produção de biogás na biodigestão anaeróbia de resíduos agroindustriais (MARTÍN et al.; ASTALS et al., 2013; SERRANO et al.; ATHANASOULIA et al.; RIVERO et al., 2014).

5 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Os procedimentos metodológicos seguiram as etapas descritas no item “objetivos específicos” do presente trabalho. A tabela abaixo ilustra o cronograma contendo essas etapas:

Tabela 03– Etapas da pesquisa

ETAPA	DESCRIÇÃO	CONTEÚDO/EXECUÇÃO
1	Aplicação de questionário inicial	Concepções prévias sobre a temática do biodiesel.
2	Aplicação de aulas teóricas, com a temática biodiesel.	Grupos funcionais (Álcool, Ácido Carboxílico, Éster, reação de Esterificação). Reações químicas (esterificação e transesterificação). Processo de separação do biodiesel e do glicerol, assim como a sua aplicação como subproduto
3	Pesquisa com levantamento bibliográfico no laboratório de informática	Propriedades, produção e obtenção do biodiesel, bem como os conteúdos químicos envolvidos
4	Produção do biodiesel	Preparação de Biodiesel no laboratório de química por meio de reação de transesterificação, utilizando óleo vegetal.
5	Divulgação dos trabalhos desenvolvidos	Feira de ciências aberta a toda comunidade escolar
6	Revisão dos conteúdos	Aplicação de lista de exercícios para revisão de todos os conteúdos propostos
7	Análise dos conhecimentos adquiridos	Aplicação de avaliação

Fonte: Autoria própria

5.1 LOCAL DA PESQUISA

A pesquisa foi desenvolvida em escola particular com 27 alunos de uma turma da 3º série do Ensino Médio, localizado no município de São Miguel do Iguaçu.

5.2 INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS

Para a coleta de dados foram usados questionários e aplicação de avaliação.

5.2.1 Aplicação do questionário diagnóstico:

Para início do trabalho, foi aplicado um questionário diagnóstico (APÊNDICE 01) onde foi avaliada a visão dos alunos a respeito da temática combustíveis renováveis, biocombustíveis e biodiesel.

5.2.2 Apresentação do tema Biodiesel por meio de aulas teóricas.

As aulas teóricas a respeito dos biocombustíveis – biodiesel foram ministradas pelo professor em sala de aula, com uso do quadro branco, de computador e projetor multimídia. Durante as aulas foram apresentadas as definições, formas de obtenção, matérias primas utilizadas no preparo do biodiesel, e discutidas as questões normativas, sociais, ambientais e econômicas que envolvem o assunto relacionado a temática abordada.

5.2.3 Pesquisa do assunto abordado em laboratório de informática.

A pesquisa foi desenvolvida no laboratório de informática em grupos previamente estabelecidos pelo professor. Os grupos foram divididos de acordo com os temas, Histórico de produção do Biodiesel, Fontes de matérias-primas do, Reação química de transesterificação de obtenção de ésteres, Método de obtenção,

Separação física da glicerina e biodiesel, purificação do biodiesel e glicerina, Usos e comercialização da glicerina, Impactos ambientais e sociais, e a porcentagem de biodiesel que está sendo adicionado ao diesel de petróleo atualmente totalizando 09 grupos com 03 pessoas. Foi sugerido que pesquisassem no site www.Biodieselbr.com.

5.2.4 Preparação do Biodiesel em laboratório de Química

Para a produção do biodiesel foi utilizado o laboratório de química da escola. Os reagentes usados foram comprados para a produção em escala laboratorial. No início da condução dos experimentos foi retomado, os conteúdos de química vistos em sala de aula, sendo correlacionados com a aula prática.

Para a realização dos experimentos em laboratório os alunos apenas visualizaram a prática, haja visto, a periculosidade e dificuldades experimentais, de manipulação das substâncias, especialmente as alcalinas, sendo corrosivas e tóxicas, e do etanol, por ser inflamável, além das condições do experimento, como temperatura elevada. Porém o experimento foi conduzido dentro das normas de segurança das Boas Práticas de Laboratório.

5.2.4.1 Materiais e Reagentes usados

Os reagentes para condução dos experimentos foram, Óleo de soja, Álcool etílico 99,5°, Hidróxido de Potássio 90% mm de pureza e Hidróxido de sódio 95% mm de pureza. Para pesagem dos reagentes foi utilizado balança de precisão modelo – BIOPRECISA FA2104N. Para preparação do catalisador foi utilizado copo de Becker de 250ml, agitador magnético com aquecimento da marca KASVI (Figura16) e barra magnética para melhor dissolução da base no álcool.

Para a etapa da reação de transesterificação de transformação do óleo vegetal em biodiesel foi utilizado sistema de refluxo, usando balão volumétrico acoplado ao condensador, como pode ser visualizada na Figura 12.



Figura 12 - Sistema de refluxo
Fonte: autoria própria

O processo de produção de biodiesel foi realizado por meio de catálise básica alcalina, devido a maior rapidez do processamento do que a catálise ácida. A metodologia adotada seguiu a metodologia proposta por FERRARI et al (2005).

Foram elaborados dois testes experimentais diferentes (teste 1 e teste 2). No teste 1 (Figura 13), foi utilizado 100mL de óleo de soja, 35mL de etanol e 1,5g de NaOH. Para o preparo da solução, foram dissolvidos a base no etanol ($\text{NaOH} + \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$) em um Becker sob agitação magnética e aquecimento em torno de 50°C até a dissolução completa, para produção de etóxido de sódio. O óleo de soja foi aquecido em um Erlenmeyer até 60°C , quando então foi adicionado a mistura do catalisador.

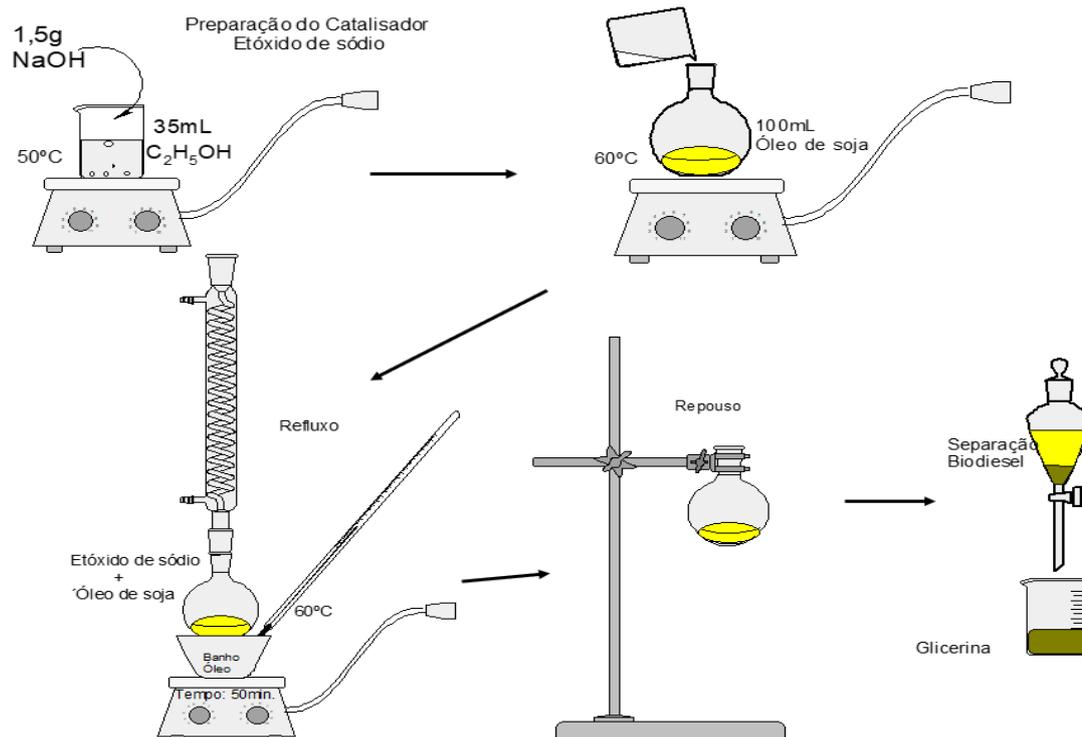
Teste 1

Figura 13 – Teste 1 da produção do biodiesel
 Fonte: Autoria própria, Software ACD/ChemSketch

No teste 2 (Figura 14), foram usados 100mL de óleo de soja, 35mL de etanol anidro e 1,5g de KOH. Para a preparação foi dissolvido a base no etanol ($KOH + C_2H_5OH$) em um Becker sob agitação magnética e aquecimento em torno de $50^\circ C$ até a dissolução completa, para produção de etóxico de potássio. O óleo de soja foi aquecido em um Erlenmeyer até $60^\circ C$, quando então foi adicionado a mistura do catalisador. Após 50min de aquecimento da mistura a mesma foi colocado em um funil de separação em repouso para separação da mistura.

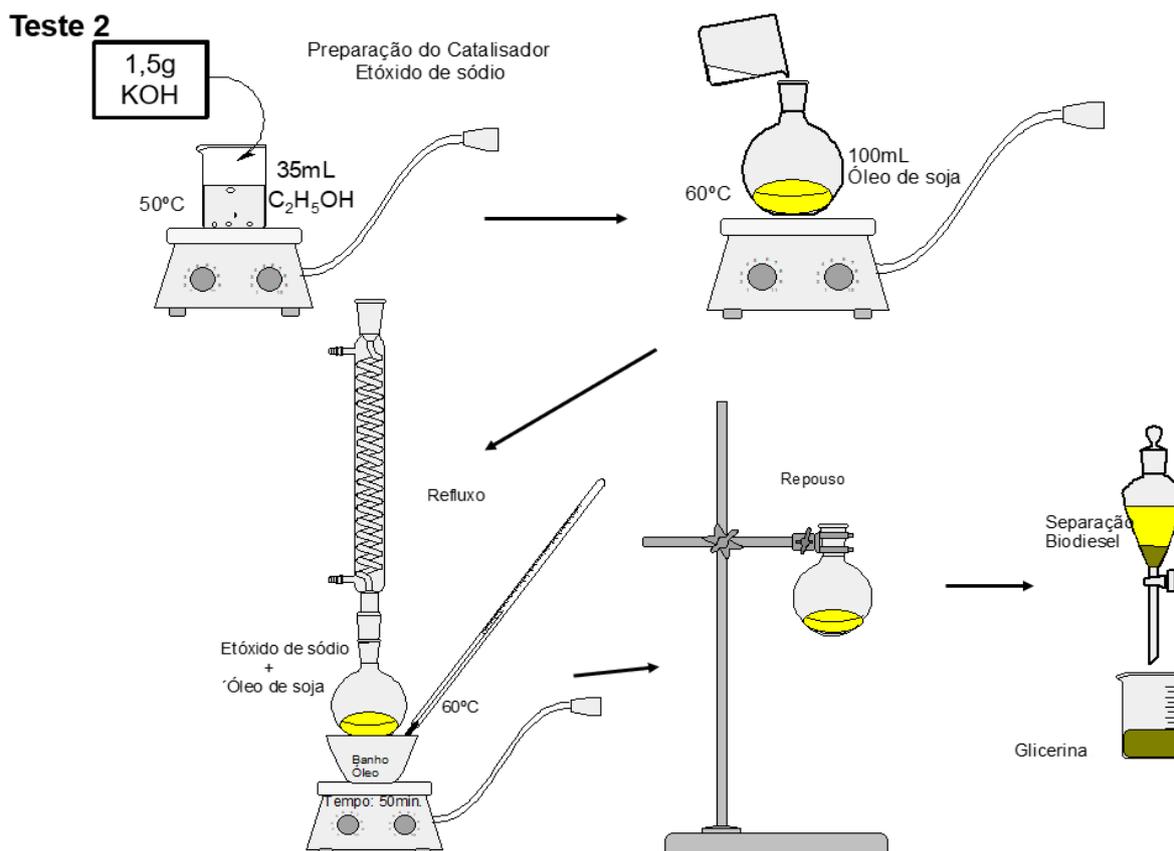


Figura 14 – Teste 2 da produção do biodiesel
 Fonte: Autoria própria, Software ACD/ChemSketch

5.2.5 Feira de Ciências

Para exposição dos trabalhos e experimentos foi elaborado uma feira de ciências na escola, onde a mesma foi conduzida com ajuda de professores e membros da comunidade escolar.

5.2.6 Lista de Exercícios

Para preparação e revisão dos conteúdos para posterior avaliação, foi elaborada uma lista de exercícios a qual se encontra no APÊNDICE 02.

5.2.7 Avaliação para verificação dos conhecimentos adquiridos na aplicação do projeto.

Para avaliar os conteúdos abordados durante o decorrer do trabalho, realizou-se um teste de verificação (APÊNDICE 03) referente à temática Biodiesel. A avaliação foi aplicada de forma individual.

6 RESULTADOS

Os resultados obtidos referentes às sete etapas ao uso da contextualização do biodiesel no ensino de química orgânica, serão expostos e discutidos neste item.

6.1 ETAPA 01 - ANÁLISE DO QUESTIONÁRIO DIAGNÓSTICO

O questionário diagnóstico foi aplicado no início da pesquisa com finalidade de fazer um levantamento prévio acerca do grau de interesse, dificuldade/facilidade, correlacionando os conteúdos de química com o cotidiano dos alunos no que compete o entendimento sobre combustíveis fósseis e fontes alternativas de energia. Um total de 27 alunos participaram do questionário prévio.

O questionário prévio aplicado encontra-se no APÊNDICE 1. Para a primeira pergunta do questionário foi solicitado que assinalassem sobre o que entendiam a respeito dos combustíveis fósseis. Os resultados estão demonstrados na Figura 15.

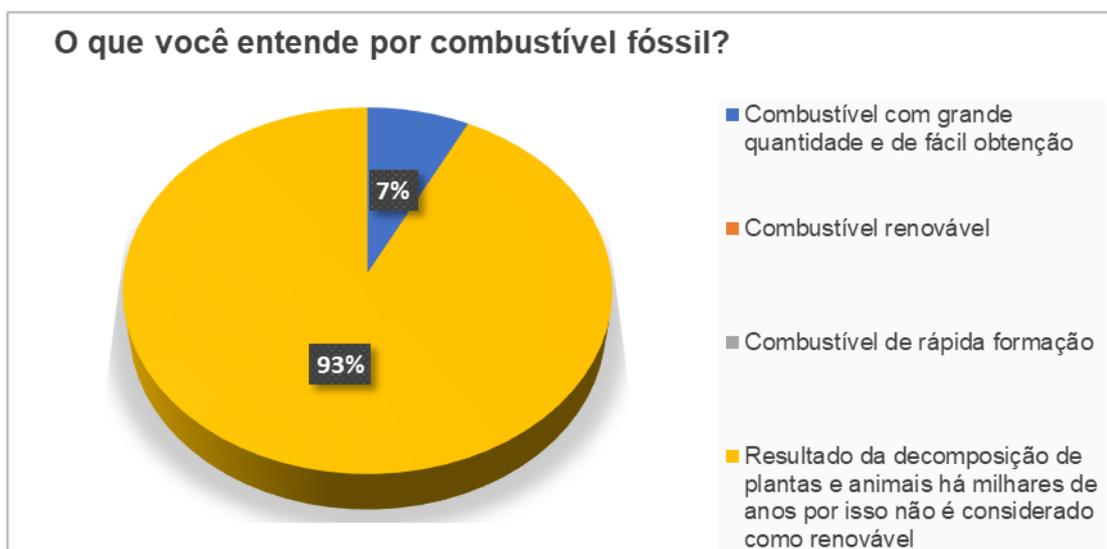


Figura 15 - Entendimento acerca de combustíveis fósseis.
Fonte: autoria própria

Como pode ser observado na Figura 15, grande maioria (93%) respondeu que o combustível fóssil é resultado da decomposição de plantas e animais há milhares de anos por isso não é considerado como renovável e 7% responderam que é um combustível com grande quantidade e de fácil obtenção.

Observa-se certo entendimento em relação à definição de combustíveis fósseis pela grande maioria, porém é preciso levar em consideração as respostas

contrárias e essa informação. Portanto observa-se a importância em fazer o levantamento prévio em relação aos combustíveis para melhor enfatizar e contextualizar a importância dos combustíveis renováveis.

Na segunda pergunta do questionário foi indagado acerca das alternativas de fonte de energia como potencial para substituir o petróleo, sendo os resultados demonstrados na Figura 21.

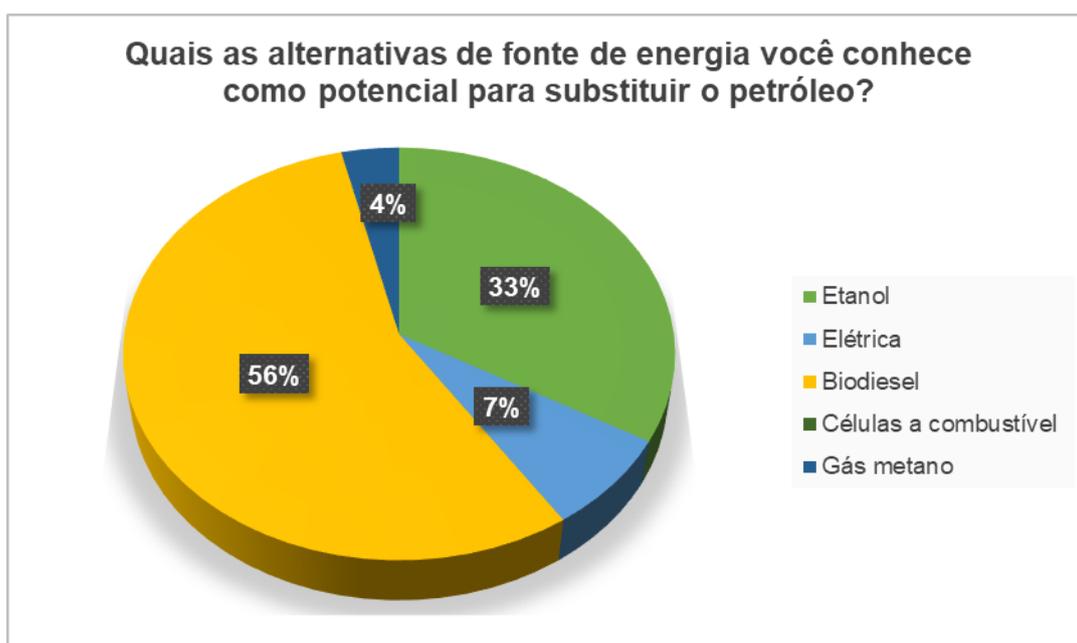


Figura 16 - Alternativas de fontes de energia conhecidas pelos alunos.
Fonte: autoria própria

De acordo com a Figura acima, observa-se que os alunos conhecem algumas alternativas para substituir o petróleo, sendo o biodiesel a mais citada. O que chama a atenção é que o etanol é um combustível que está implantado há mais tempo, porém foi menos citado que o biodiesel, o que pode ser explicado devido o mesmo ter nomenclatura usual entre os alunos que conhecem ou costumam chamar apenas de álcool e não de etanol. Outro fato que leva ser o biodiesel o mais citado é que há uma divulgação maior deste biocombustível nos meios de comunicação. Diante dos resultados adquiridos foi aprofundado a discussão sobre os combustíveis pouco citados no questionário.

Na terceira pergunta (Figura 17), foi solicitado que respondessem a respeito das matérias primas usadas para a produção de biodiesel.

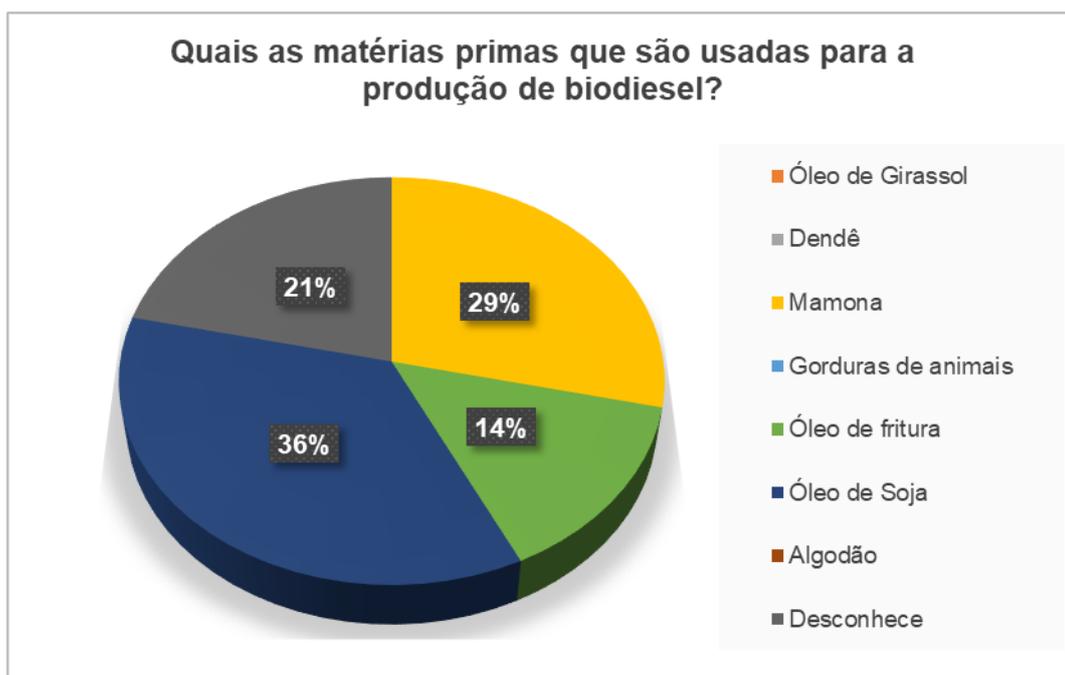


Figura 17 – Matérias primas usadas para produção de biodiesel
Fonte: autoria própria

Como pode ser observado na Figura 17, as principais matérias primas destacadas foram, óleo de soja, fato que pode ser explicado devido o óleo de soja ser a matéria mais comum no Paraná para produção do biodiesel e por fazer parte do cotidiano dos mesmos. Foram citados também o óleo de mamona e de fritura. Nota-se também que 21% dos alunos desconheciam as matérias primas empregadas na produção de biodiesel.

6.2 ETAPA 02 - AULA EXPOSITIVA SOBRE BIODIESEL (AULA 01)

Após aplicação do questionário a respeito da temática biodiesel, o diagnóstico mostrou que os alunos possuíam um conhecimento prévio sobre este biocombustível, porém esse saber era insuficiente acerca do conteúdo em estudo.

Dessa maneira teve início de uma série de aulas expositivas mediadas por questionamentos a fim de trabalhar na zona de desenvolvimento proximal dos discentes, sendo a primeira intitulada como “Biodiesel, uma alternativa de combustível”. A duração foi de 2 aulas de 50min, sendo aberta ao final da aula para questionamentos. Os pontos abordados durante a aula expositiva foram a respeito do uso de combustíveis fósseis e seus impactos ambientais; necessidade de fontes alternativas de energia; Lei da obrigatoriedade da mistura do biodiesel no diesel

mineral, aumento da mistura ao longo dos anos e metas do governo para este biocombustível. Também foram abordadas as matérias-primas para produção do Biodiesel, reação de produção do Biodiesel, biodiesel e seu coproduto-glicerina; aspectos sociais, ambientais e políticos da utilização do Biodiesel como combustível, normas vigentes, além das vantagens e desvantagens deste biocombustível.

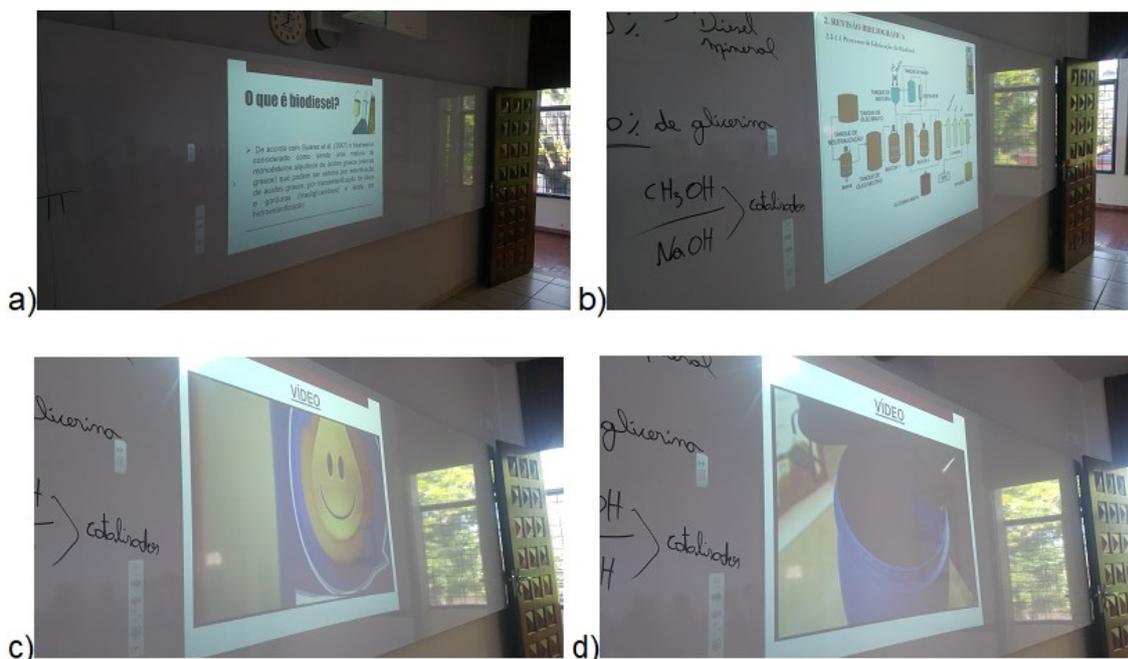
No quadro 01, é possível visualizar um pouco mais sobre a temática aplicada na aula expositiva.

Quadro 01 – Relatório da 1º aula.

Este trabalho tem por objetivo descrever as etapas da 1º aula sobre biocombustíveis, a partir da observação e na descrição de atividades. Foi iniciado com questionamentos aos alunos acerca do tema, por meio da prática social e da problematização: *O que é o Biodiesel? Já ouviram falar deste biocombustível?* Um aluno respondeu: *É um combustível usado com um pouco de mistura no óleo diesel para usar em veículos movidos a diesel.* Em seguida foi questionado: *É obrigatório a mistura de biodiesel no diesel mineral e qual a porcentagem de mistura?* Dois alunos responderam ser obrigatório a mistura no Brasil, porém não sabiam de quanto era a mistura obrigatória. Após os questionamentos iniciais foi exposta a aula por meio de projetor multimídia e quadro quando necessário detalhamento de algum assunto. Após os alunos assistiram vídeos a respeito das matérias primas usadas em diversas regiões do Brasil. Em seguida foi questionado aos alunos: *O que é a glicerina e se sabem onde a mesma é empregada e ainda a quantidade da mesma como subproduto da produção de biodiesel.* Um aluno respondeu: *Glicerina pode ser colocada em explosivos,* outro também afirmou: *em sabonete, sabão e detergente tem glicerina.* Por meio da prática social durante a explanação do conteúdo buscou-se a participação dos alunos acerca da temática trabalhada. Para finalizar a aula foi questionado aos alunos: *Quais os benefícios com a produção e utilização do biodiesel como biocombustível?* Um aluno respondeu: *Polui menos o meio ambiente.* Outro também respondeu: *é um combustível renovável e gera renda maior aos produtores da matéria prima.* Após a finalização da aula foi solicitado aos alunos que fizessem perguntas sobre o conteúdo trabalhado: Um aluno questionou: *Biodiesel feito a partir de gorduras animais e vegetais seriam o mesmo tipo e qualidade de biodiesel.* Pôde-se perceber um grande interesse por parte dos alunos, o que tornou a aula muito dinâmica e enriquecedora de conhecimentos.

Fonte: Autoria própria

Nas Figuras 18a, 18b, 18c e 18d, estão demonstradas imagens referentes a aula teórica aplicada em sala de aula, com demonstração de definições, produção e vídeos a respeito das matérias primas e do processamento do biodiesel.



Figuras 18a, 18b, 18c e 18d – Aula Expositiva com auxílio de Data show para projeção
Fonte: Autoria própria

6.2.1 Etapa 02 - Aula Expositiva Sobre Biodiesel (Aula 02)

Para a aula expositiva foram usadas 2 aulas de 50 minutos intituladas: “Biodiesel no estudo de cálculos estequiométricos” e “reação orgânica de esterificação”, respectivamente

Os assuntos especificamente abordados na segunda aula foram os cálculos estequiométricos com finalidade de obter as quantidades de reagentes e produtos envolvidas na reação de transesterificação. Em seguida foi exposto a reação de transesterificação como rota de produção ética para produção de biodiesel e balanceamento da reação de transesterificação. Nestas aulas as funções orgânicas e a nomenclatura de álcoois, ácido carboxílico e ésteres foram trabalhadas. Como método avaliativo foram realizados exercícios.

No Quadro 02, estão expostos os relatos da 2ª aula:

Quadro 02 – Relato da 2ª aula.

Para a aula do método químico para a produção de biodiesel, foi demonstrada a exposição das moléculas que constituem a reação de transesterificação no quadro, considerando a produção do Biodiesel por meio da rota etílica. Foi perguntado aos alunos se lembravam do nome da reação e se ela estava balanceada. Após o balanceamento das equações propostas, as massas molares de cada molécula foram calculadas a fim de observar as proporções estequiométricas entre os reagentes e produtos. Em seguida foi comentado na aula que a reação de transesterificação forma o biodiesel que forma um líquido menos viscoso do que o óleo de soja, devido a glicerina ser separada. Em seguida foi explicado sobre as reações orgânicas de esterificação e sua nomenclatura. Como este conteúdo ainda não havia sido trabalhado nas funções orgânicas, foram realizados vários exercícios e novas explicações da reação de produção dos ésteres.

Fonte: Autoria própria

Nesta etapa, observou-se certa dificuldade dos alunos com os cálculos molares, estequiométricos, do balanceamento dos produtos e reagentes, assim como tiveram dificuldade no entendimento da reação de esterificação.

6.3 ETAPA 3 - PESQUISA EM LABORATÓRIO DE INFORMÁTICA

Para a pesquisa, confecção de cartazes e confecção de banner foi destinada 01 aula de 50 minutos. Para melhor organização a turma foi dividida em vários grupos para pesquisa no laboratório de informática. Deve-se destacar que a oportunidade de trabalho em grupo durante as aulas pode colaborar para o desenvolvimento de competências relacionadas às *soft skills*, que são um conjunto de habilidades que podem aumentar a produtividade da equipe, como exemplo destas habilidades pode-se citar a adaptação, comunicação, motivação entre outras. Em geral, este conjunto de habilidades não pode ser aprendido de forma tradicional, para desenvolvê-las ou melhorá-las é preciso que os estudantes tenham oportunidades de vivenciar situações em sala de aula (SWIATKIEWICZ, 2014).

Os assuntos e os grupos foram divididos em: Matérias primas para produção de biodiesel; Reação de transesterificação; biodiesel e seu coproduto – Glicerina; Aplicações da Glicerina; Quantidade de biodiesel no diesel mineral e normas vigentes; Benefícios do Biodiesel; Vantagens e desvantagens do biodiesel. Com o objetivo de incentivar o protagonismo do discente, para a pesquisa foi orientado e direcionado aos alunos que buscassem artigos da área, sendo sugerido que

pesquisassem em Revistas Eletrônicas como o Portal Scielo, Química Nova e no endereço eletrônico, www.Biodieselbr.com.

6.4 ETAPA 04 - AULA PRÁTICA EXPERIMENTAL PARA PRODUÇÃO DE BODIESEL

Para a realização da aula prática experimental da produção de biodiesel foram elaborados dois roteiros diferentes e entregue aos alunos para acompanhamento dos procedimentos experimentais, totalizando 03 aulas de 50 minutos. Na primeira aula prática foi produzido biodiesel a partir de Hidróxido de sódio (NaOH) e etanol (C₂H₅OH) obtendo como catalisadores o etóxido de sódio e na segunda aula prática com o uso de hidróxido de potássio (KOH) e etanol (C₂H₅OH) produzindo o etóxido de potássio como catalisadores.

O relato da primeira tentativa de produção do biodiesel está destacado no quadro 03.^a

Quadro 03 – Relato da quarta etapa.

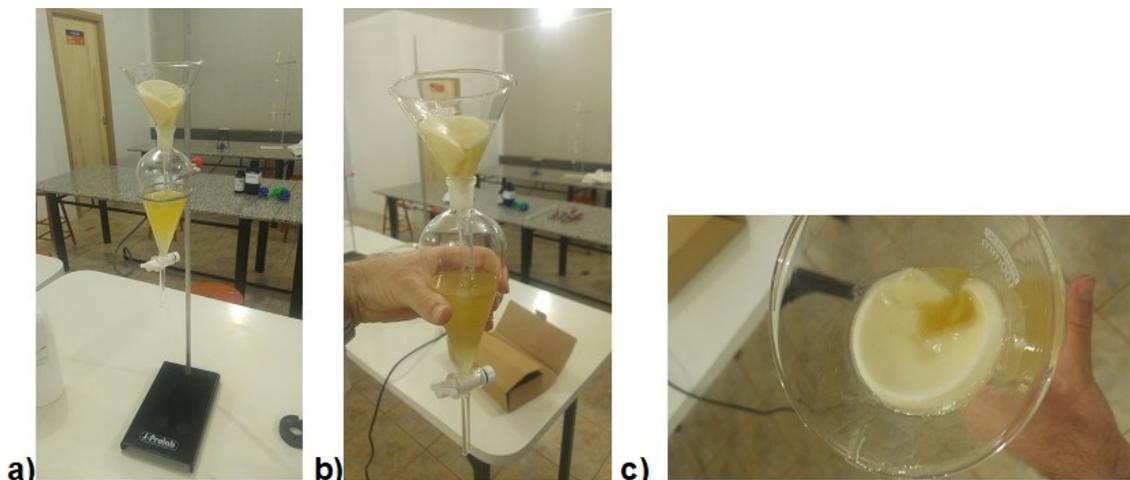
Os reagentes, vidrarias já estavam todos organizados e montados devido ao tempo reduzido para reprodução do experimento.

Para a produção do catalisador etóxido de sódio, foram dissolvidos NaOH com etanol em um erlenmeyer sob agitação magnética e aquecimento em torno de 50°C até a dissolução completa.

O óleo de soja foi colocado em um vidro de erlenmeyer sob agitação e então adicionou-se o etóxido de potássio. A solução apresentou-se turva e permaneceu dessa forma por aproximadamente 40 minutos, permanecendo sob agitação magnética e mantida em refluxo com temperatura em torno de 50°C. Após o preparo da mistura, um aluno perguntou para que servia a barra magnética que estava dentro do erlenmeyer com o etanol e o catalisador. Foi respondido que era para manter a agitação, e homogeneização do meio. Passados 30 minutos, observou-se que uma espécie de “pasta” estava sendo formada. Passados alguns minutos, o sistema foi desligado e observou-se que uma borra foi formada na etapa de transesterificação. Os alunos, por sua vez, questionaram o que era aquela pasta viscosa. Foi respondido aos alunos que a reação obtida não foi a desejada, pois houve a formação de saponificação na etapa, causada muito que provavelmente pelo catalisador utilizado. Foi explanado que a base usada, por ser muito higroscópica, absorveu água durante sua estocagem ou que o álcool usado continha teores de água ocorrendo a reação de saponificação (sabão). Observou-se certa admiração dos alunos pelo fato ocorrido.

Fonte: Autoria própria

No relato da aula prática do quadro acima, pode ser observado que houve a reação de saponificação no processamento do óleo vegetal com o catalisador, como pode ser observado nas Figuras 19a, 19b e 19c.



Figuras 19a, 19b e 19c – Reação de saponificação durante o experimento
Fonte: Autoria própria

A formação de saponificação pode ser explicada pelo fato da base utilizada (NaOH) estar aberta, sendo utilizada em outros momentos, que pode ter absorvido umidade nesse período.

Após a primeira tentativa de produção de biodiesel não ter dado certo, foi elaborado nova aula experimental. Para o novo procedimento, foi utilizado hidróxido de potássio (KOH) e etanol para produção do etóxido de potássio como catalisador, adaptado de Lima (2007). O relato da segunda tentativa de produção do biodiesel está destacado no quadro 04.

Quadro 04 – Relato da quinta aula.

Para a aula prática novamente os reagentes, vidrarias já estavam todos organizados e montados devido ao tempo reduzido para reprodução do experimento.

Para a produção do catalisador etóxido de potássio, foram dissolvidos o KOH com etanol em um erlenmeyer sob agitação magnética e aquecimento em torno de 50°C até a dissolução completa.

O óleo de soja foi colocado em um vidro de erlenmeyer sob agitação e então adicionou-se o etóxido de potássio. A solução apresentou-se turva e permaneceu dessa forma por aproximadamente 55 minutos, permanecendo sob agitação magnética e mantida em refluxo com temperatura em torno de 50°C.

No final, a solução foi transferida para um funil de separação, no qual pode-se observar, após a separação de fases, cores bem distintas. O biodiesel permaneceu na parte superior com cor amarelo claro e a glicerina na fase inferior com cor marrom. Os

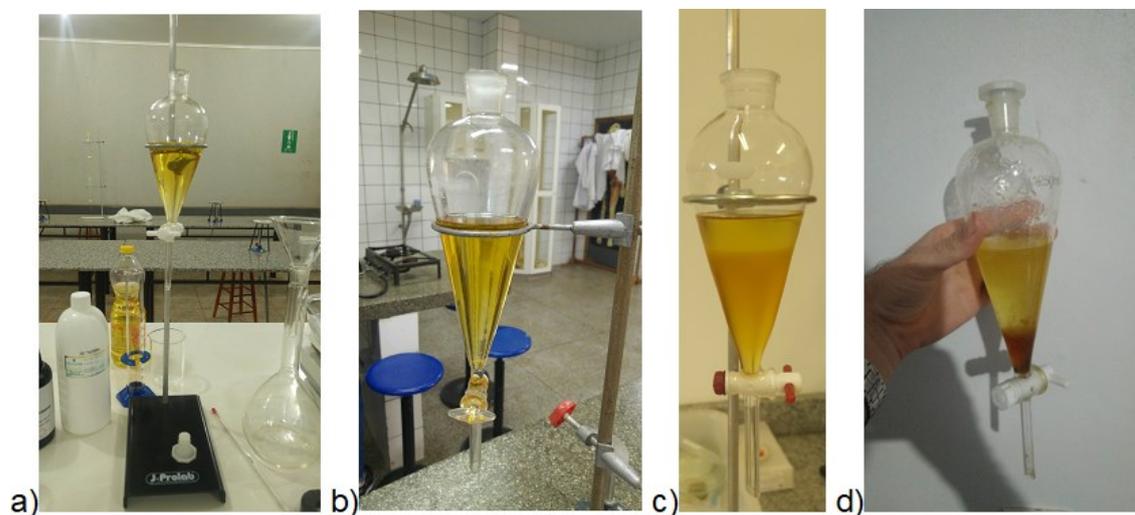
alunos visualizaram claramente a diferença da glicerina (fase mais densa) do biodiesel (fase menos densa), por meio do método de separação de misturas, denominado decantação. Com isso, revisaram o conceito de misturas homogêneas e heterogêneas relembrando sobre o processo físico de separação de misturas.

Após o término do experimento e separação do biodiesel, foi discutido as vantagens ambientais do mesmo em relação ao diesel mineral comum, concluindo que a combustão do biodiesel libera menor quantidade de compostos sulfurados, devido à baixa quantidade de enxofre na composição do mesmo, evitando assim a formação da chuva ácida. Foi comentado ainda com os alunos que a chuva ácida pode ser formada pela reação de compostos sulfurados e água, que quando lançada em forma de chuva acarreta um grande distúrbio ambiental.

Os alunos se mostraram muito interessados pelo desenvolvimento dos experimentos, onde tiraram muitas dúvidas da produção deste biocombustível.

Fonte: Autoria própria

Embora mais lenta, a nova metodologia adotada, também resultou na produção de biodiesel, porém esse com aspectos e pureza mais elevados, não ocorrendo a reação de saponificação. Foram realizados novos testes com finalidade de exposição das amostras na feira de ciências. As etapas de produção de biodiesel estão demonstradas nas Figuras 20a, 20b, 20c e 20d



Figuras 20a e 20b - biodiesel produzido. **Figura 20c e 20d** – Separação de fases do biodiesel e glicerol

Fonte: Autoria própria

Após processo de produção, as amostras ficaram em repouso para separação de fases. Na Figura 20c e 20d observa-se a separação de fases, sendo que o biodiesel (cor amarela) se encontra na fase superior devido à sua menor densidade. A glicerina com o álcool (cor marrom), mais densa, na fase inferior. Na

Figura 25 d observa-se cor mais escura na glicerina devido ser utilizado óleo de soja reaproveitado de fritura.

6.5 ETAPA 05 - FEIRA DE CIÊNCIAS

Para demonstração dos trabalhos realizados por meio de divisões de temas em grupos, foi oportunizado duas aulas de 50 minutos. para confecção do material levantado previamente, foram criados textos, cartazes, folhetos explicativos, maquetes e demonstração dos experimentos práticos que ficaram expostos no centro de convenção da escola para que todos os alunos, professores pais e toda comunidade escolar pudessem ter acesso e prestigiar o evento, como pode ser observado nas Figuras 21a, 21b, 21c e 21d.



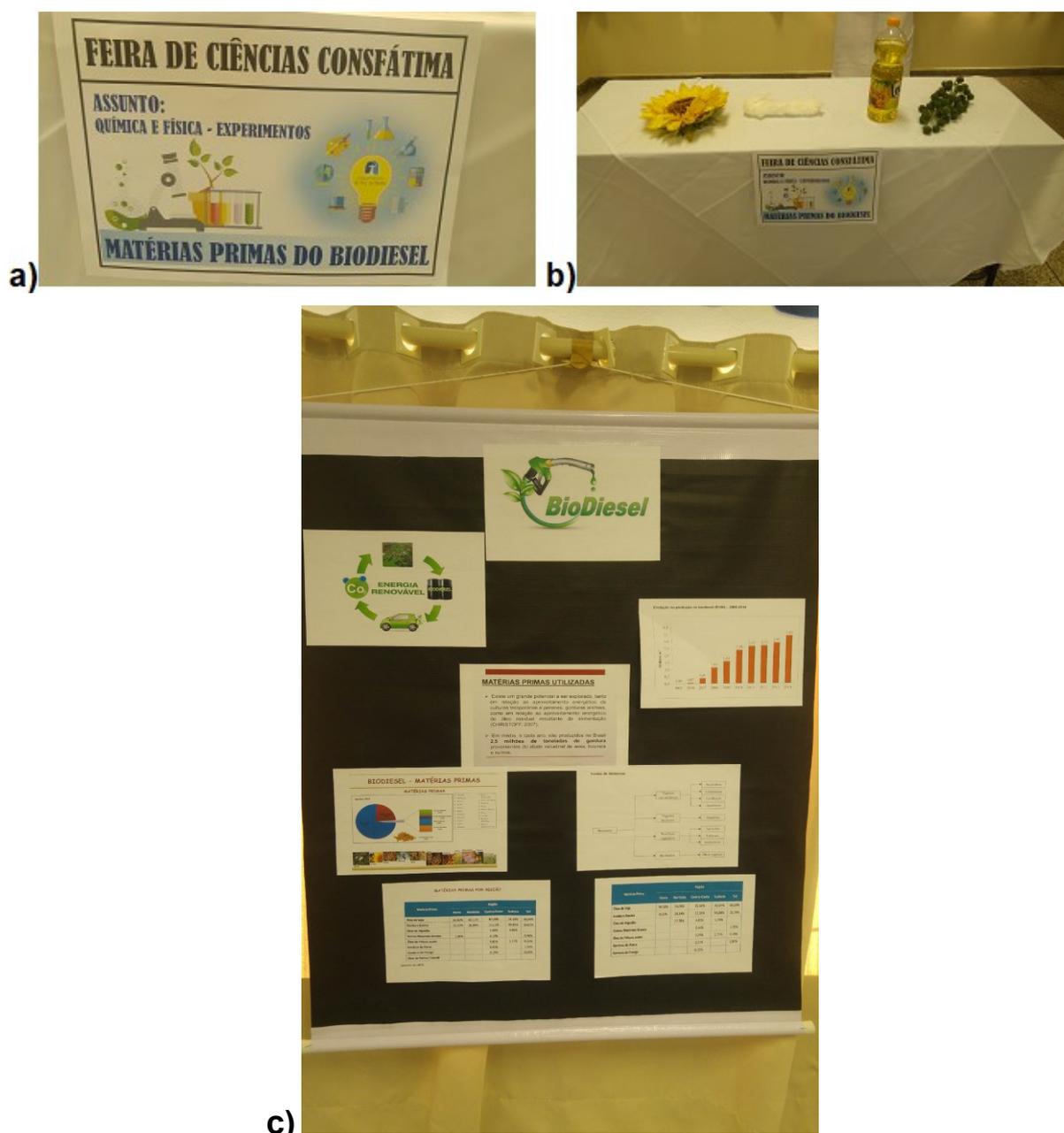
Figuras 21a, 21b, 21c e 21d – Visitas de alunos de outras escolas na feira de ciências
Fonte: autoria própria

Como pode ser observado nas Figuras, houve grande participação de alunos de outras escolas e também da comunidade escolar que conforme alguns relatos acharam muito interessante os experimentos aliados a preocupação atual de substituir os combustíveis fósseis por renováveis, bem como com a preocupação do meio ambiente com os gases lançados, foram citados também a boa organização e condução do evento.

Os alunos dividiram-se em grupos e apresentaram os temas sugeridos no projeto, tendo sido acompanhado pelo professor e pedagoga responsável que participaram ativamente, contribuindo para o sucesso do evento.

6.5.1 Matérias Primas

O primeiro grupo utilizou a temática “Matérias primas para a produção do biodiesel”, como pode ser observado nas Figuras 22a, 22b e 22c.

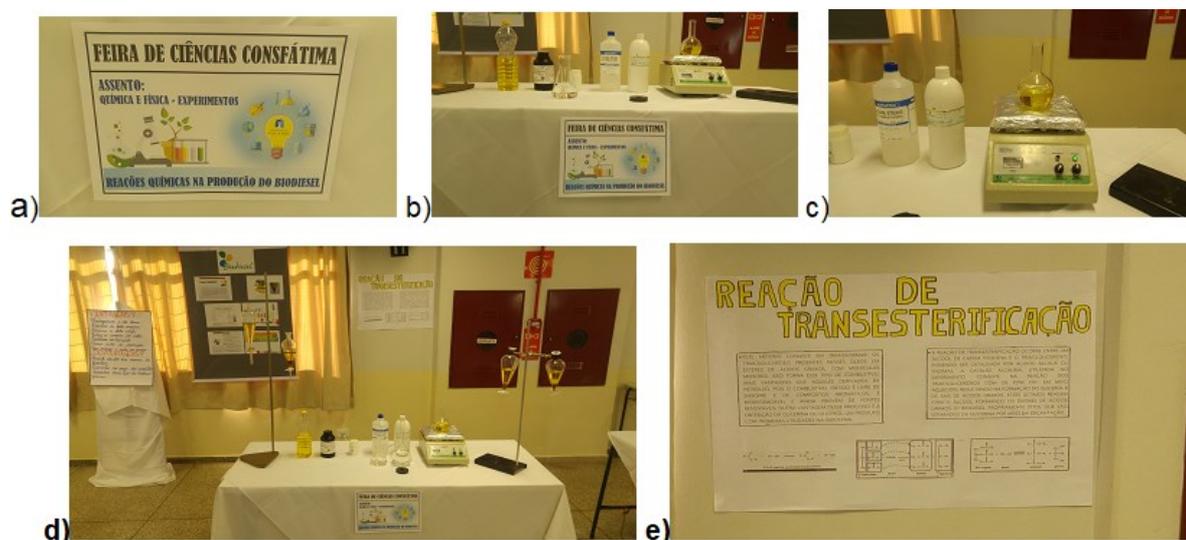


Figuras 22a e 22b 22c – Matérias primas para produção de biodiesel
Fonte: autoria própria

Observa-se nas Figuras 22^a, 22b e 22c, que foram elaborados cartazes e banner a fim de demonstrar as matérias primas. Como relato observado na explicação dos alunos, os mesmos enfatizaram que cada região do Brasil, produz o biodiesel de acordo com a matéria prima disponível e que este biocombustível pode ser produzido também a partir do reaproveitamento de alguns resíduos, por exemplo, óleo de cozinha já utilizado.

6.5.2 Reação de Transesterificação

Para a demonstração dos métodos de produção do biodiesel foram expostos os reagentes, materiais e equipamentos, bem como um esquema resumindo as etapas da produção. A reação de transesterificação, os materiais e reagentes usados na produção do biodiesel foi também ilustrada, como pode ser observado nas Figuras 23a, 23b, 23c, 23d e 23e.



Figuras 23a, 23b, 23c, 23d e 23e – Demonstração das reações químicas e reagentes usados na produção de biodiesel
Fonte: autoria própria

O esquema da demonstração da produção de biodiesel também incluiu a demonstração dos produtos finais da reação de transesterificação evidenciando o biodiesel e a glicerina que se encontram separados por duas fases. Com o intuito de chamar a atenção de quem estava visitando a feira de ciências, foi ligado o agitador magnético (Figura 30c) e colocado uma barra magnética para agitação dentro de um erlenmeyer contendo biodiesel já separado do glicerol. Alguns relatos foram ouvidos

dos visitantes, que afirmavam que não sabiam do processo envolvido para a produção do biodiesel e acharam muito interessante os métodos empregados dos alunos para a explicação.

6.5.3 Demonstração do Biodiesel e Separação de Fases do Biodiesel e Glicerina

Outro grupo abordou o tema biodiesel e o seu coproduto – glicerina, cuja separação pode ser observado nas Figuras 24a e 24b.



Figuras 24a e 24b – Separação da glicerina
Fonte: autoria própria

Observou-se nas Figuras, que foi demonstrado e explicado como acontece a separação da glicerina do biodiesel, que a glicerina se separa do biodiesel por um processo de decantação e através da interação intermolecular, onde a glicerina por ser mais densa depositava no fundo sendo separado por processo físico do biodiesel com o uso da válvula do funil de decantação.

6.5.4 Glicerina

O grupo responsável pela demonstração da glicerina oriunda como subproduto da produção de biodiesel, produziu um cartaz e uma maquete conforme visualizado nas Figuras 25a, 25b e 25c.

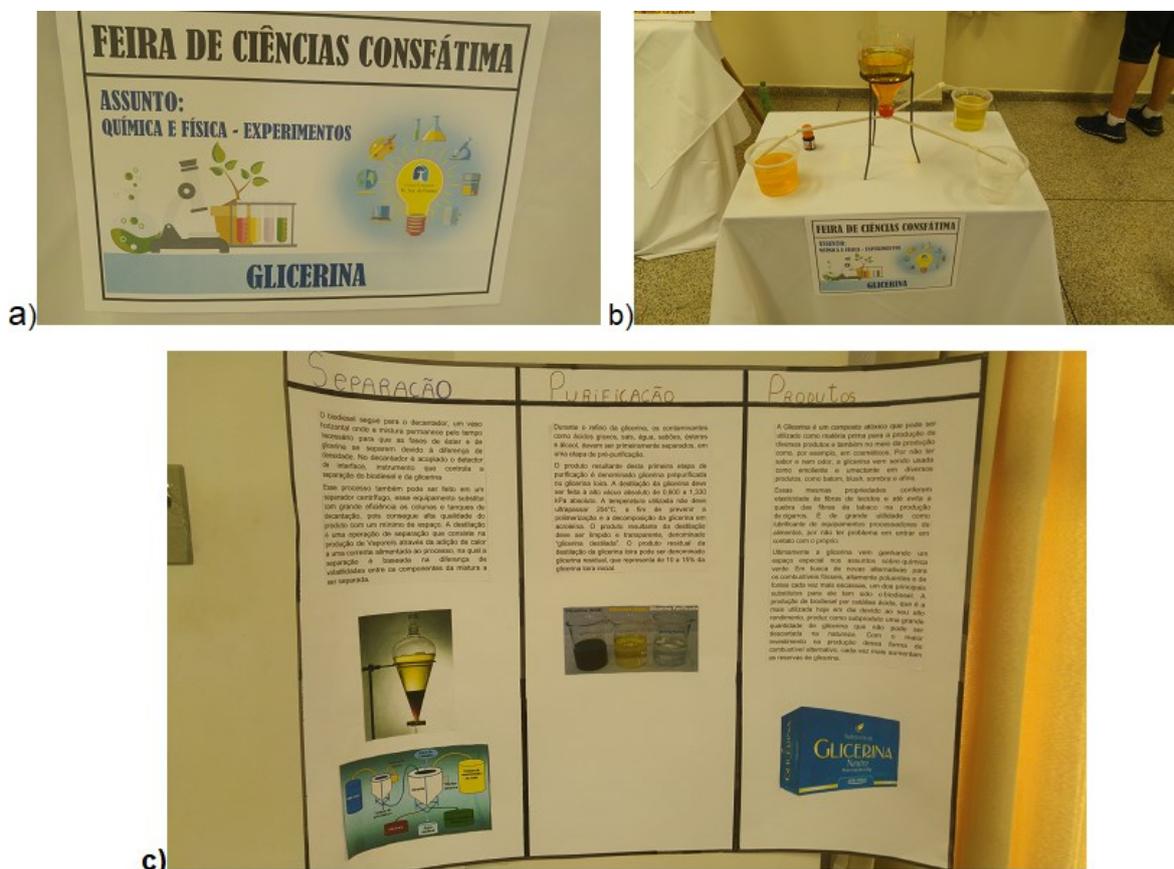


Figura 25a, 25 e 25c – Glicerina e suas utilizações
Fonte: autoria própria

De acordo com o trabalho exposto pelos alunos, na Figura 25b são observadas diferentes cores que a glicerina pode adquirir após sua purificação. Na Figura 25c está destacado, além da separação e purificação, os produtos que podem ser produzidos com glicerina após a sua purificação.

6.5.5 Regulamentação do uso da Mistura do Biodiesel no Diesel Mineral

O grupo responsável pelas leis de regulamentação e da obrigatoriedade da adição do biodiesel no diesel mineral, produziu um cartaz e um banner para apresentação (Figura 26a e 26b).



Figura 26a e 26b – Banner e cartaz sobre as leis da obrigatoriedade do biodiesel
Fonte: autoria própria

Como pode ser observado nas Figuras acima, os alunos ressaltaram as normas referentes a obrigatoriedade da adição do biodiesel no diesel convencional, onde inicialmente a proporção era de 2% em 2008 e a partir daí o aumento foi gradual até chegar nos 10% em 2019.

6.5.6 Benefícios do uso do biodiesel

O grupo responsável pelo tema “Benefícios do uso do biodiesel, vantagens e desvantagem” elaborou cartazes como pode ser observado nas Figuras 27a, 27b, 27c e 27d.



Figuras 27a, 27b, 27c e 27d – Benefícios ao uso do biodiesel
 Fonte: autoria própria

De acordo com o exposto nas Figuras, foi destacado as diversas vantagens do uso do biodiesel sobre os combustíveis fósseis. Os alunos enfatizaram os benefícios ambientais do biodiesel por ser um combustível renovável.

6.6 ETAPA 06 - LISTA DE EXERCÍCIOS

Para verificação dos conhecimentos adquiridos nas etapas, foi elaborado uma lista de exercícios (APÊNDICE 02) e entregue aos alunos. Iniciou-se a resolução da lista em sala e sua conclusão foi deixada como tarefa de casa.

A correção da lista de exercícios ocorreu nas duas aulas posteriores, tendo o objetivo de sanar as dúvidas.

O relato da 7ª etapa correspondente a resolução da lista encontra-se no Quadro 05.

Quadro 05 – Relato da aula da resolução da lista de exercícios.

Esta aula foi destinada a discussão da conclusão da Feira de Ciências, assim como destinada à correção da lista de exercícios contextualizada, com a finalidade de sanar as possíveis dúvidas dos alunos. Em relação a Feira de Ciências, os relatos foram positivos, os discentes alegaram que gostaram dos experimentos e de fazer a apresentação de seus trabalhos aos familiares e ao público geral. Em relação a lista de exercícios, os alunos, de modo geral, tiveram mais dúvidas nas questões das reações químicas de esterificação e sua nomenclatura, a qual foi realizada novas questões no quadro com finalidade de aprofundamento destes conteúdos.

Fonte: Autoria própria

6.7 ETAPA 07 - TESTE DE VERIFICAÇÃO DE CONHECIMENTOS (AVALIAÇÃO)

Com a finalidade de verificar se o discente conseguiu acompanhar e entender a programação curricular proposta foi desenvolvida uma avaliação. Para resolução da avaliação foi destinada duas aulas e os resultados estão demonstrados abaixo:

6.7.1 Questão 01

Na Figura 28, está fornecida os resultados de acertos e erros obtidos da questão 01- A, a qual foi solicitado a fórmula estrutural do Éster e a água formada por meio da reação de esterificação entre o ácido metanoico + etanol.



Figura 28– Porcentual de acerto da fórmula estrutural do Éster e água formado
Fonte: autoria própria

Como pode ser observado na Figura 28, 81% dos alunos obtiveram êxito na resposta fornecida, sendo que o restante (19%) não acertaram o Éster formado na reação. Dois alunos deixaram a questão sem responder e três erraram a estrutura do éster produzido na reação.

Na Figura 29, está fornecida os resultados de acertos e erros obtidos da questão 01- B, a qual foi solicitado a fórmula estrutural do Éster e a água formada por meio da reação de esterificação entre o ácido etanoico + propan-1-ol.



Figura 29 – Porcentual de acerto Éster e água formado
Fonte: autoria própria

Como pode ser observado na Figura 29, 89% dos alunos obtiveram êxito na resposta fornecida, sendo que o restante (11%) não acertaram o Éster formado na reação. Observou-se que dos 11% que erraram a questão, dois alunos erraram a construção da estrutura do ácido e do álcool o que influenciou diretamente no éster formado o outro aluno errou a estrutura do éster e esqueceu de acrescentar a água no final da reação.

6.7.2 Questão 02

Na Figura 30, está demonstrada os resultados da pergunta 02 A, a qual foi solicitado o nome correspondente dos ésteres formados a partir da reação de esterificação entre o ácido propanoico e metanol como pode ser visualizado na reação abaixo:

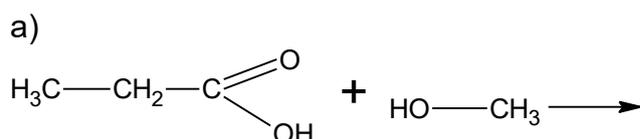


Figura 30 – índices de acerto pergunta 02 A de reação entre o ácido propanoico e metanol
Fonte: autoria própria

Como pode ser visualizado na Figura acima, 85% dos alunos acertaram a questão proposta, enquanto que 15% não obtiveram êxito. Observou-se que três

alunos erraram a estrutura do éster produzido e conseqüentemente sua nomenclatura e um acabou deixando sem responder à questão.

Na Figura 31, está demonstrado os índices de acerto referente à questão 02 B, a qual foi solicitado o nome correspondente da reação entre o ácido metanoico e o propano-1-ol, como pode ser visualizado na reação abaixo.

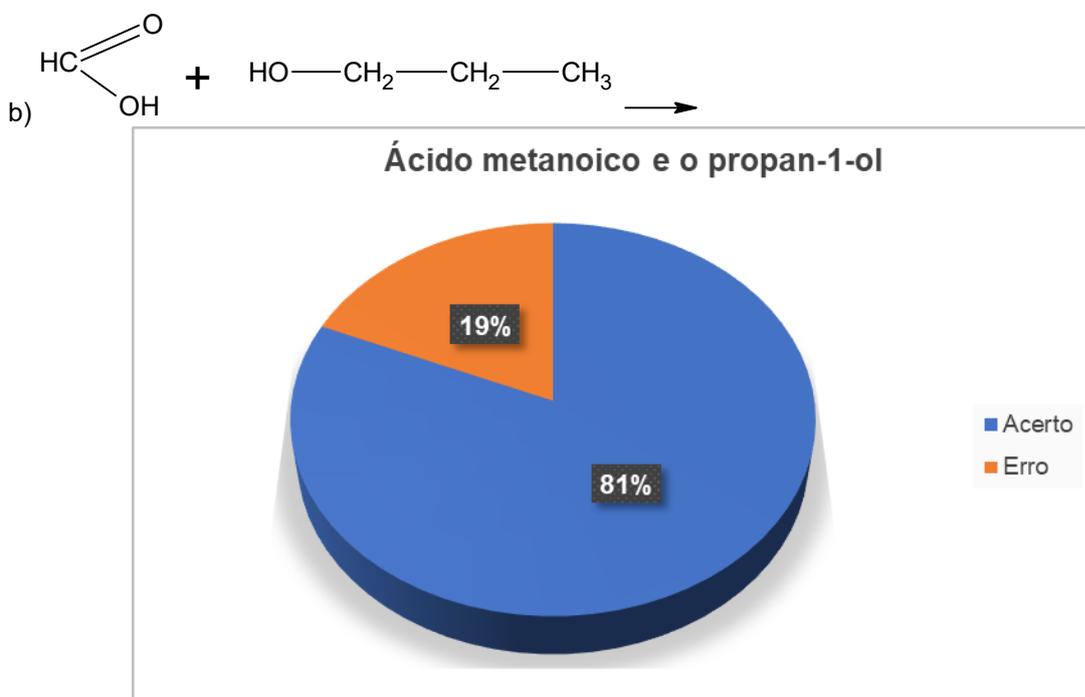


Figura 31 - Índices de acerto pergunta 38 B de reação entre o ácido metanoico e propanol
Fonte: autoria própria

De acordo com o exposto na Figura acima, observa-se nível de acerto de 81% e 19% de erro nas respostas. Analisando a resposta observou-se que dois alunos não responderam à questão e outros três erraram a estrutura produzida.

Ao analisar as Figuras 28, 29, 30 e 31 observou-se que os alunos mostraram a mesma dificuldade no entendimento aos conceitos e montagem da reação orgânica e também alguns alunos ainda demonstram dificuldades em nomenclaturas de éster, o que pode ter contribuído para o índice de erro.

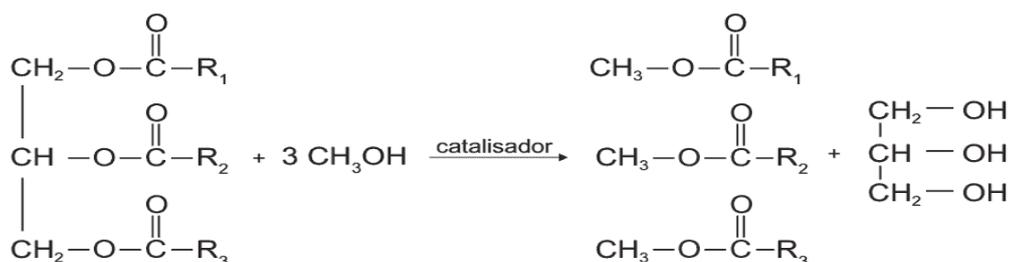
6.7.3 Questão 03

Na questão 03, foi solicitado que os alunos descrevessem sucintamente o processo de produção do biodiesel conforme apresentado em sala, do campo ao biodiesel pronto e do seu coproduto gerado na sua produção.

O índice de acerto para essa questão foi de 100%, visualizando que todos os alunos conseguiram compreender eficazmente a produção e processamento deste biocombustível. Para que a nota seja contabilizada como 100% houve etapas mínimas exigidas, sendo obrigatório que descrevessem as matérias primas utilizadas, tratamento, produção do catalisador, reação de transesterificação, separação da glicerina do biodiesel, purificação do biodiesel e normas vigentes.

6.7.4 Questão 04

Na questão 04 (Figura 32), foi apresentado no enunciado da questão que o biodiesel é um biocombustível obtido a partir de fontes renováveis, que surgiu como alternativa ao uso do diesel de petróleo para motores de combustão interna. Ele pode ser obtido pela reação entre triglicerídeos, presentes em óleos vegetais e gorduras animais, entre outros, e álcoois de baixa massa molar, como o metanol ou etanol, na presença de um catalisador.



Após análise da estrutura, foi solicitado a função orgânica que o biodiesel representa, de acordo com a reação química demonstrada.

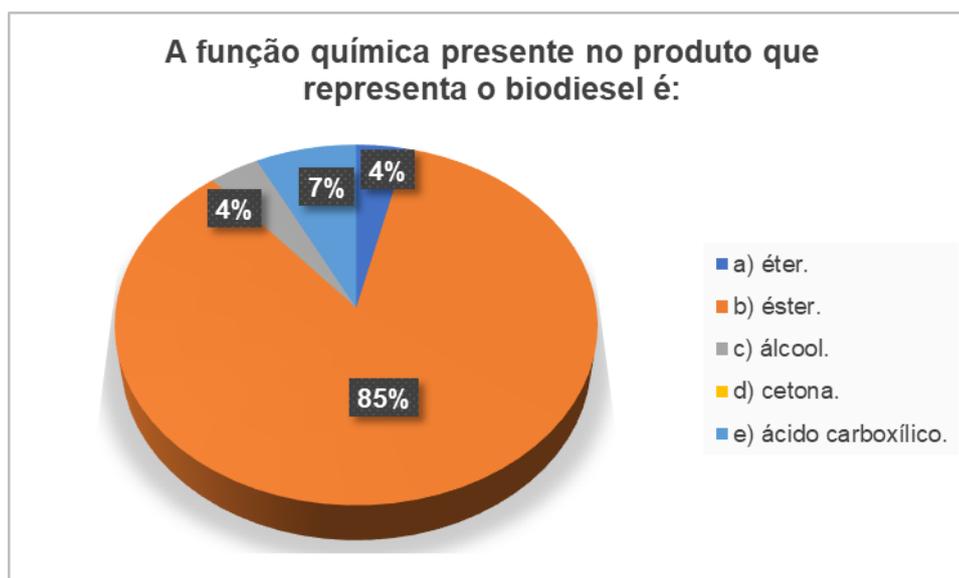
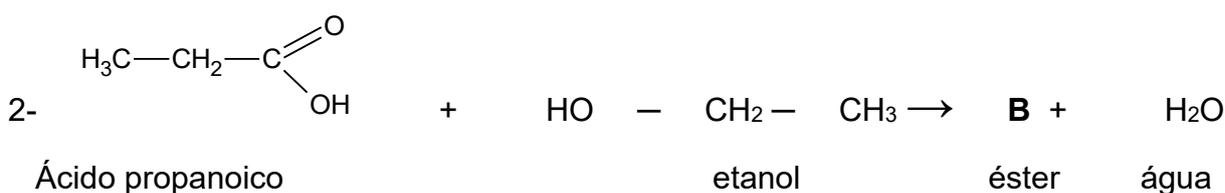
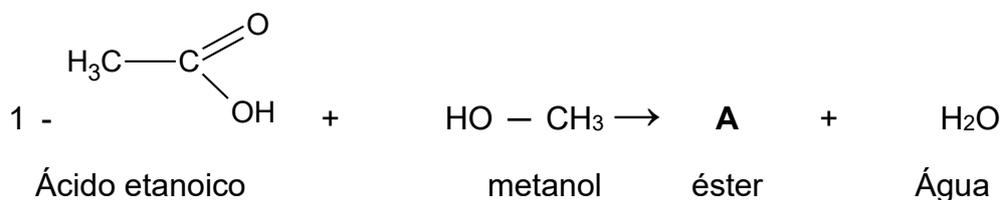


Figura 32 – Alternativas e Índices de acerto da função éster do biodiesel
Fonte: Autoria própria

De acordo com os índices visualizado na Figura 32, observa-se que houve um grande número de acertos da questão, representado por 85% das alternativas assinaladas (éster). Alguns alunos assinaram a opção ácido carboxílico representado por 7% das respostas, 4% responderam ser álcool o que foi levado em conta, pois na composição do biodiesel também há uma parcela de álcool e outros 4% serem éter o grupo funcional assinalado, fato que pode ser justificado pelo nome ser similar ao éster e ter confundido os alunos.

6.7.5 Questão 05

Na questão 05, perguntou-se para assinalarem a alternativa que representa o éster **A** e **B** das duas reações de esterificação demonstradas abaixo.



Os resultados de acordo com o número de acertos estão demonstrados na Figura 33.



Figura 33- Nomenclatura dos Ésteres produzidos
Fonte: Autoria própria

De acordo com a Figura 33, observa-se o grande índice de acerto da questão representado por 92% e 8% de erro nas respostas. Fato que pode ter contribuído para os 8% que não conseguiram acertar a questão é justamente o fato do aluno não ter participado efetivamente das atividades propostas.

6.7.6 Questão 06

Na questão 06, foi dado um pequeno texto falando que o biodiesel é um biocombustível que pode ser obtido a partir do processo químico em que óleos ou gorduras sendo transformados em ésteres metílicos ou etílicos de ácidos graxos. Sendo que suas principais vantagens de uso se relacionam principalmente ao fato de serem oriundos de fontes renováveis e produzirem muito menos poluição do que os derivados de combustíveis fósseis. Na Figura 34, foi dada uma forma esquemática do processo de produção de biodiesel a partir do óleo de soja.

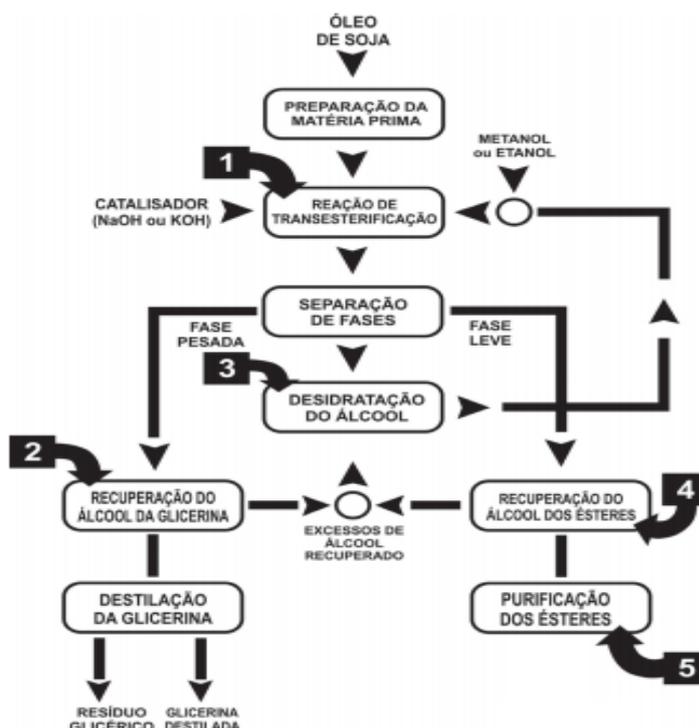


Figura 34 – Etapas de preparação e produção do biodiesel
 Fonte: proteínas de soja

Foi solicitado que os alunos respondessem em qual etapa (número) está representada efetivamente a formação das moléculas orgânicas e combustíveis que compõem o biodiesel.

Observou-se como resultado desta questão que todos os alunos (100%) acertaram a mesma, demonstrando entendimento das etapas do processamento e purificação do biodiesel.

6.7.7 Questão 07

Na questão 07, foi solicitado que os alunos dissertassem sobre os benefícios da utilização do biodiesel, considerando as fontes de matéria prima e os efeitos do mesmo ao meio ambiente. Essa questão dissertativa foi utilizada a fim de alcançar um grau cognitivo mais elevado exigindo análise por parte do discente. Como requisitos mínimos para o acerto da questão, os estudantes deveriam citar as fontes de obtenção do biodiesel, reaproveitamento de resíduos para sua produção, sendo considerado um combustível renovável. Além disso, deveriam citar a menor quantidade de poluentes atmosféricos (SO₂) quando comparado aos combustíveis

fósseis. Todos os estudantes acertaram essa questão revelando que a utilização de um tema central para a contextualização conciliada à experimentação, pesquisa em diversas fontes e aulas expositivas, podem ter sido significativas para o aprendizado.

6.7.8 Questão 08

Na questão 08, foi dado algumas fontes de combustíveis e biocombustíveis que fizessem a associação correta conforme o esquema abaixo:

- | | |
|--|---------------------------------|
| (1) <i>Cana de Açúcar</i> | () <i>Diesel</i> |
| (2) <i>Triacilglicerídios</i> | () <i>Biodiesel</i> |
| (3) <i>Gás Hidrogênio</i> | () <i>Etanol</i> |
| (4) <i>Petróleo</i> | () <i>Célula a Combustível</i> |
| (5) <i>Digestão anaeróbica da matéria orgânica</i> | () <i>Gás metano</i> |

Os resultados do índice de acerto estão demonstrados na Figura 35.



Figura 35 – Matéria prima do combustível
Fonte: Autoria própria

Observou-se que dos 27 alunos, 26 alunos acertaram a questão, pois conseguiram relacionar corretamente o combustível e biocombustível com sua fonte de obtenção.

6.7.9 Questão 09

Na questão 09, foi solicitado aos alunos que expressassem sua opinião quanto ao tema biodiesel abordado durante as aulas de química. Os resultados estão expressos na Figura 36.

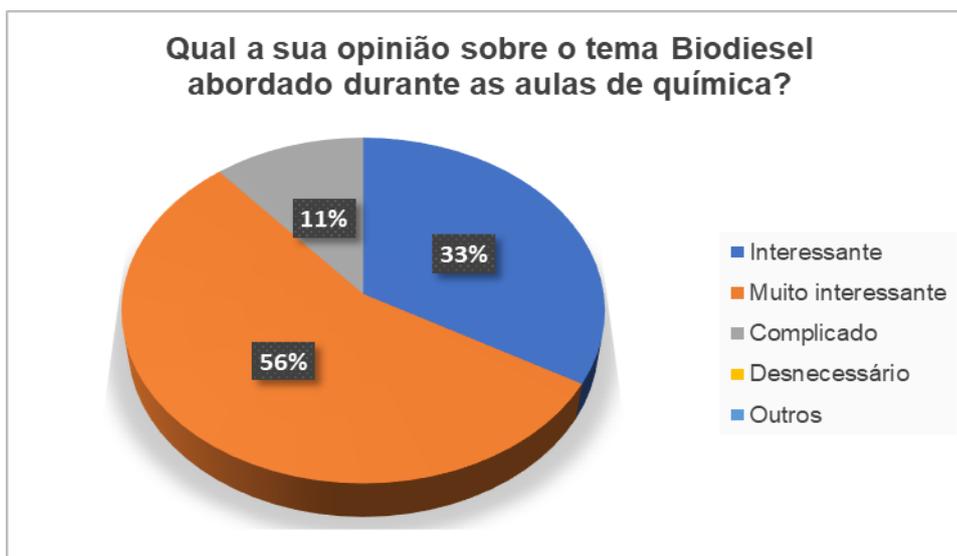


Figura 36 – Uso do tema biodiesel durante as aulas de química
Fonte: Autoria própria

Observou-se a partir da Figura 36, que 56% e 33% respectivamente dos alunos da Instituição responderam que o Biodiesel como tema gerador para as aulas de química foi muito interessante e interessante. 11% dos alunos responderam ser complicado o seu estudo. A partir desses resultados observou-se que os 11% que afirmaram ser complicado seu estudo tiveram desempenho baixo na avaliação aplicada.

6.7.10 Questão 10

A questão 10 foi elaborada a fim de verificar a percepção dos alunos frente às metodologias utilizadas. Os alunos indicaram as etapas que mais gostaram a respeito das atividades realizadas referente a temática do biodiesel, conforme pode ser visualizado abaixo:

Qual(is) etapa(s) do trabalho que você mais gostou e a(s) que menos gostou.

- | | |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> Aula teórica | <input type="checkbox"/> Todas as etapas |
| <input type="checkbox"/> Pesquisa em laboratório de informática | <input type="checkbox"/> Nenhuma das etapas |
| <input type="checkbox"/> Produção de Biodiesel em laboratório | |
| <input type="checkbox"/> Feira de ciências | |
| <input type="checkbox"/> Resolução de listas de exercícios | |
| <input type="checkbox"/> Avaliação | |

Os resultados estão apresentados abaixo na Figura 37.



Figura 37 – Etapas aplicadas
Fonte: Autoria própria

Como pode ser visualizada na Figura acima, 48% dos alunos demonstraram maior interesse pela feira de ciências, que pode ser explicado pela dinâmica da mesma, que envolve interação com pessoas, montagem de cartazes, maquetes etc.

Após a avaliação, alguns alunos afirmaram que os métodos utilizados no decorrer do projeto, foram de suma importância para melhor compreensão, pois conseguiram entender os conceitos que foram sendo expostos com diferentes enfoques (teórico, prático e com a feira de ciências). Deve-se ressaltar a feira de ciências, uma vez que como os alunos tiveram que dominar o conteúdo para explicação.

Santos e Schnetzler (1996), afirmam que no ensino de Química para formar cidadãos é relevante incluir a experimentação, pois está se caracteriza por possibilitar a investigação e auxilia os alunos no entendimento dos fenômenos químicos.

6.7.11 Avaliação das Atividades Desenvolvidas

Ao término da aplicação das sete etapas desenvolvidas e da análise dos resultados de uma forma geral, observou-se, em relação às avaliações, que apenas 2

alunos não apresentaram resultados satisfatórios em relação a nota (Figura 38), verificou-se que ambos não participaram efetivamente das aulas, não fizeram a lista de exercícios proposta e tão pouco faziam questionamentos para sanarem as possíveis dúvidas, o que pode ter contribuído para tal fato.

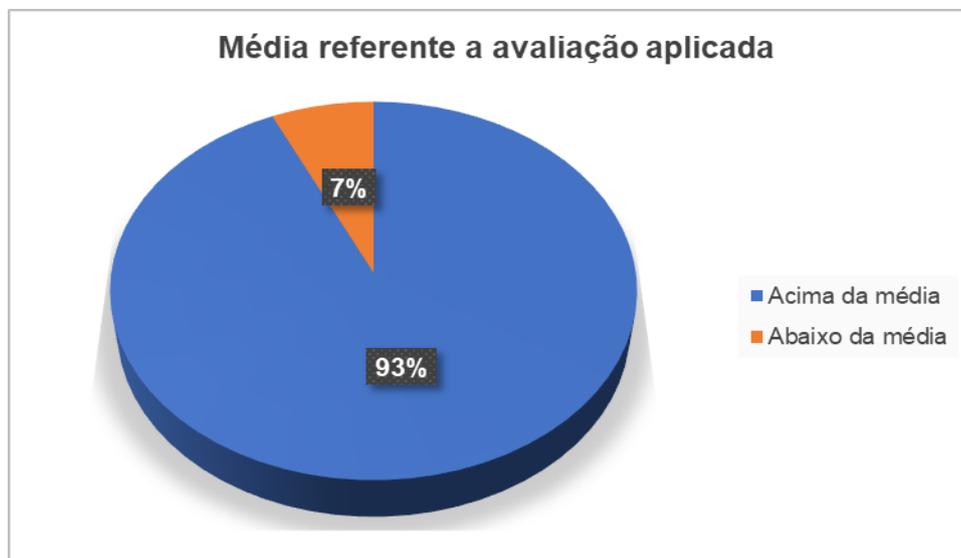


Figura 38 – Alunos acima da média 7,0
Fonte: Autoria própria

Por fim, observou-se em posterior conversa em sala de aula, que os alunos gostaram do uso da contextualização, conforme pode ser visualizada na coleta de alguns depoimentos disposto no quadro 06:

Quadro 06- Depoimento dos alunos a respeito das etapas desenvolvidas

- *Aluno A: “Nunca pensei que pudesse aprender as reações químicas de produção do biodiesel que no início parecia ser muito difícil”.*
- *Aluno B: “Aprendemos as funções químicas do Éster de uma maneira fácil e divertida”.*
- *Aluno C: “Gostei muito da aula prática e da feira de ciências, pois aprendi muito mais nesse tempo do que em muitas aulas”.*
- *Aluno D: “As aulas deveriam ser assim, pois aliando o conteúdo visto em sala com as aulas práticas, fica mais fácil de entender”.*
- *Aluno E: “Aprendi muito na feira de ciências, pois tive que saber e decorar meu tema, para explicar para as pessoas”.*
- *Aluno F: Quando a gente observa os conteúdos na prática, fica mais fácil entender, pois não sabia como o biodiesel era produzido.”*

Fonte: Autoria própria

Analisando a fala dos alunos no quadro acima, nota-se que uso do tema contextualizado foi de suma importância para o êxito dos alunos na compreensão destes conteúdos, mostrando satisfação e importância de vincular os conteúdos teóricos com ajuda de ferramentas e estratégias que despertem a atenção dos alunos para as temáticas abordadas.

Com finalidade de disseminação e implementação desta dinâmica metodológica contextualizada, foi gerado um produto educacional voltado a professores do Ensino Médio, o qual se encontra no APÊNDICE 04.

7. CONCLUSÃO

Este trabalho constituiu no uso da contextualização do tema biodiesel, na disciplina de química, aplicada aos alunos da 3º série de uma escola particular, sendo que no primeiro momento foi aplicado um questionário diagnóstico que demonstrou que alguns alunos já conheciam o biodiesel como um biocombustível com potencial para complementar ou substituir o óleo diesel mineral, porém 21% dos alunos desconheciam sobre as matérias primas utilizadas na sua fabricação.

Na segunda etapa foram ministradas aulas teóricas com o tema central, observando grande atenção dos alunos, onde muitas dúvidas e dificuldades foram surgindo no decorrer dos assuntos abordados, uma vez que os mesmos não estavam familiarizados com tal conhecimento, sendo uma aula muito proveitosa e de grande valia.

Na terceira etapa, os alunos foram divididos em grupos e tiveram que levantar material bibliográfico no laboratório de informática a respeito das temáticas previamente selecionadas, observou-se grande empenho e dedicação na confecção dos cartazes e banners do material pesquisado. Esta etapa expressou a importância da contextualização do conteúdo aliada à pesquisa visando despertar o protagonismo discente e o trabalho em equipe.

A quarta etapa constituiu a aula experimental de produção de Biodiesel no laboratório de química da escola. A atividade teve caráter demonstrativo. Esta etapa foi muito proveitosa sendo que alunos gostaram muito ficando entusiasmados com o final do processo. O mesmo experimento foi replicado novamente em laboratório para demonstração na feira de ciências. Pode-se concluir, que as aulas práticas foram primordiais para completar as atividades realizadas, visto que a prática de produção de Biodiesel proporcionou um entendimento maior do conteúdo para todos os alunos participantes.

Na quinta etapa, ocorreu a feira de ciências na escola, com objetivo de divulgação dos trabalhos previamente divididos em temáticas referente ao biodiesel. Os resultados foram satisfatórios baseado no domínio dos conceitos dos alunos ao explicarem suas temáticas.

Na sexta etapa houve uma reflexão referente ao sucesso da feira de ciências e da entrega de uma lista de exercícios para resolução em sala de aula e uma parte como tarefa.

Na última etapa houve aplicação de uma avaliação, onde obteve-se resultados satisfatórios de acertos, correspondendo a 93% dos alunos com notas acima da média 7,0. Na avaliação, também foram aplicadas algumas perguntas de caráter investigativo, concluindo-se que todos acharam o estudo dos biocombustíveis – biodiesel muito importante.

Após término da avaliação alguns depoimentos foram coletados acerca da temática utilizada, e por meio deste e do resultado das avaliações, concluiu-se que os alunos aprofundaram seus conhecimentos, visto o grau de participação na sequência utilizada, sendo observada uma interação entre suas concepções a respeito da temática e os novos saberes adquiridos que iam sendo construídos em conjunto com a proposta do trabalho.

Portanto, após avaliação de todas as etapas aplicadas, foi possível concluir que a apresentação de práticas pedagógicas com temáticas atuais, aliado ao ensino de química, aumentaram de forma significativa a participação e interesse dos educandos pelas aulas, sendo um processo eficiente de ensino-aprendizagem.

O produto educacional obtido, o “manual dinâmico contextualizado” é uma abordagem enfocando contextualização, experimentação, pesquisas e trabalho em grupo, com intuito de promover o conhecimento Químico em consonância com a consciência Ambiental, podendo ser utilizado para professores de Química do Ensino Médio interessados em trabalhar com Química orgânica e desenvolver nos estudantes habilidades necessárias para sua vida escolar e cotidiana.

REFERÊNCIAS

ACD/ChemSketch, software 5.0 Freeware, 2018.

ADHIKARI, S.; FERNANDO, S.D.; HARYANTO, A. **Hydrogen Production from glycerin by steam reforming over nickel catalysts**, Renewable Energy, v.33, p. 1097-1100, 2009.

ANDRADE, G. C. F. **Biodiesel como tema gerador para aula de química no ensino médio**. 2007. 83 p. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em licenciatura em Química) – Centro de Ciências Biológicas e da Natureza, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

ANP, Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustível. Relatório 2015, ano base 2014.

ANP (2017) Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustível, Senário de matéria prima em diferentes regiões, 2017. **Anuário Estatístico Brasileiro. Disponível em:** <http://www.anp.gov.br/>. Acesso em 22/05/2019.

ASTALS, S.; NOLLA-ARDEVOLB, V.; MATA-ALVAREZA, J. **Thermophilic codigestion of pig manure and crude glycerol: Process performance and digestate stability**. Journal of Biotechnology, v.166, n.3, p.97–104. 2013.

ATABANI, A, et al. **A comprehensive review on biodiesel as an alternative energy resource and its characteristics**. Renewable and Sustainable Energy Reviews. V. 16, p. 2070-2093. 2012.

ATADASHI, I., et al. **The effects of water on biodiesel production and refining Technologies: a review**. Renewable and Sustainable Energy Reviews. V. 16, p. 3456-3470. 2012.

AUSUBEL, D.P. **A aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel**. São Paulo: Moraes. 1982.

BASTOS, M. et al. (2003). **Thermodynamic properties of glycerol enthalpies of combustion and vaporization and the heat capacity at 298.15K. Enthalpies of solutions in water at 288.15.298.15, and 308.15.15 K**. Journal of Chemical Thermodynamics, v.20. p. 1353 – 1359.

BIODIESEL –BR. Disponível em: <http://www.biodieselbr.com/>. Acesso em 20 de junho de 2018.

BONI, L. A. B., **Tratamento da glicerina bruta e subprodutos obtidos da transesterificação de sebo bovino utilizado para a produção de biodiesel**. Universidade Luterana do Brasil. Canoas, 2008.

BORGES, M.; DÍAZ, L. **Recent developments on heterogeneous catalysts for biodiesel production by oil esterification and transesterification reactions: a review**. Renewable and Sustainable Energy Reviews. V. 16, p. 2839-2849. 2012.

BOTH, I. J. **Avaliação planejada, aprendizagem consentida**: é ensinando que se avalia, é avaliando que se ensina. 2. ed. rev. e atual. Curitiba: InterSaberes, 2017.

BRASIL, ATLAS DE ENERGIA ELÉTRICA NO BRASIL. ANEL: Agência Nacional de Energia Elétrica. 3º Edição, 2008.

BRASIL. (2007). **Balço nacional da cana-de-açúcar e agroenergia**. Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Plano Nacional de Energia 2030**/ Ministério de Minas e Energia, colaboração Empresa de Pesquisa Energética. Brasília: MME: EPE, 2007.

BRASIL. Ministério da Educação, **Parâmetros Curriculares Nacionais**, 1999.

BRITO, R.L. **A Educação para Cidadania no Ensino de Química**. São Luis, 2008. Monografia (Graduação em Licenciatura) Curso de Licenciatura Plena em Química, Centro Federal de Educação Tecnológica do Maranhão. 76 p.

BSBIOS – ENERGIA RENOVÁVEL. Disponível em: www.bsbios.com/noticias/batalha-do-biodiesel/. Acesso em 14/08/2019.

BUENO, L., MOREIA, K. C., SOARES, M., DANTAS, D.J., WIEZZEL, A.C.S., TEIXEIRA, M. F.S. **O Ensino de Química por meio de atividades experimentais: A realidade do ensino nas escolas**. Disponível em: <<http://www.unesp.br/prograd/ENNEP/Trabalhos%20em%20pdf%20-%20Encontro%20de%20Ensino/T4.pdf>> Acesso em: 22/05/2019.

COSTA NETO, P.R; ROSSI, L.F.S; ZAGONEL, G.F; RAMOS, L.P. **Produção de biocombustível alternativo ao óleo diesel através da transesterificação de óleo de soja usado em frituras**. Química Nova, 23(4), p. 531-537, 2000.

FERRARI, R.A. et al. 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, 2005. Disponível em: Acesso em: 10 dez. 2010. doi: 10.1590/S0100- 40422005000100004.

FERNÁNDEZ, Y.; ARENILLAS, A.; DÍEZ, M.A.; PIS, J.J; MENÉNDEZ, J.A. **Pyrolysis of glycerol over activated carbons for syngas production**. Journal of Analytical and Applied Pyrolysis, v.84, p. 145-150, 2010.

FERREIRA, M. O.,: **Purificação da Glicerina Bruta Obtida a partir da Transesterificação do óleo de Algodão**. Dissertação de Mestrado. Universidade do Rio Grande do Norte, 2009.

FREITAS, Carlos; PENTEADO, Maurício. Biodiesel: Energia do Futuro. Letra Boreal, São Paulo, 1ª Edição, 2006. Páginas, 17-24.

FREITAS FILHO; J.R., LIMA, R. S., NASCIMENTO, A., SILVA, A. C., FREITAS, A. P. D., SOUZA, Z. C.. **Diferentes Estratégias de Ensino utilizadas em Cursos de Graduação**. XIV Encontro Nacional de Ensino de Química, 2008, Curitiba. Anais do XIV ENEQ, 2008.

GERIS, R.; SANTOS, N. A. C.; AMARAL, B. A.; MAIA, I. S.; CASTRO, V. D.; CARVALHO, J.R.M.. Biodiesel de soja – **Reação de transesterificação para aulas praticas de química orgânica**, Química Nova, 30(5), p. 1369-1373, 2007.

GHANSHYAM, P.; SAURABH, P.; KUMAR, N. **Biofuel as green energy source: a review**. International Journal Engineering Technical Research, v. 2, p. 124-126, 2014.

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

HEIMBACH, N. D. S. **Níveis de glicerina semi-purificada na dieta de ovinos: comportamento ingestivo, digestibilidade in vivo e in vitro e produção cumulativa de gás**. Dissertação de metrado em Ciência Animal da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Campo Grande-MS 2015.

HES, B.W. Valeu of crude glycerin for ruminat livestock, 2007. Journal of University of Wyoming. P. 1 – 7.

HERNÁNDEZ, F. **Transgressão e mudança na educação**. Os projetos de trabalho. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998.

KNOTHE N.; HE B. **Value-added utilization of crude glycerol from biodiesel production: a survey of current research**. Americam Society of Agricultural and Biological Engineers Annual Meeting, Porland, OR, 2006.

KOLEŠÁROVÁ, N.; HUTNAN M.; BODIK, I.; SPALKOVA, V. **Utilization of Biodiesel by-products for biogas production**. Journal of Biomedicine and Biotechnology, vol. 2011, doi: 10.1155/2011/126798.

LAKOMY, A. M. **Teorias cognitivas da aprendizagem**. Curitiba: InterSaberes, 2014.

LAKOMY, A. M. **Teorias cognitivas da aprendizagem**. 2.ed. ver. e atual. Curitiba: Ibpex,2008.

LASAPE, Laboratório de Síntese e Análise de Produtos Estratégicos, URFJ. **Síntese do biodiesel metílico por catálise heterogênea, 2014**. Disponível em: <http://www.lasape.iq.ufrj.br/biodiesel.html>. Acesso em: 20 de junho de 2018.

LARSEN, A. C. **Co-digestão anaeróbia de glicerina bruta e efluente de fecularia**. Paraná: Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, 2009. 41p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola).

LEI Nº 11.097, DE 13 DE JANEIRO DE 2005. Dispõe sobre a introdução do biodiesel na matriz energética brasileira; altera as Leis nºs 9.478, de 6 de agosto de 1997, 9.847, de 26 de outubro de 1999 e 10.636, de 30 de dezembro de 2002; e dá outras providências.

LEI Nº 13.033, DE 24 DE SETEMBRO DE 2014. Diário Oficial da União, Brasil. Dispõe sobre a adição obrigatória de biodiesel ao óleo diesel comercializado com o consumidor final.

LEI Nº 13.263, DE 23 DE MARÇO DE 2016. Altera a Lei nº 13.033, de 24 de setembro de 2014, para dispor sobre os percentuais de adição de biodiesel ao óleo diesel comercializado no território nacional.

LIMA, D. R., SILVA, N. L., RIVERA, E. C., BATISTELLA, C. B., , MACIEL FILHO, R., WOLF-MACIEL M. R., **Biodiesel production from vegetable oils: operational strategies for large scale systems**. 18th ES/CAPE. Amsterdam: Elsevier, v. 25, p. 1101-1106, 2008.

MARÇON, R. O. **Pré-tratamento da glicerina bruta gerada na produção de biodiesel por transesterificação de óleos vegetais e gordura animal**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Agroenergia - Universidade Federal do Tocantins, Palmas-TO, 2010.

MARCONI, M.A; LAKATOS, E. M. Fundamentos de Metodologia Científica. São Paulo: Editora Atlas, 6a. ed., 2007.

MARTÍN, M.A.; FERNÁNDEZ, R.; SERRANO, A.; SILES, J.A. **Semi-continuous anaerobic co-digestion of orange peel waste and residual glycerol derived from biodiesel manufacturing**. Waste Management, v.33, n.7, p.1633-1639. 2013.

MAZUBERT. A, POUX. M, AUBIN. J. **Intensified processes for FAME production from wastecooking oil: A technological review**. Chemical Engineering Journal, (2013), 233: 201-223.

MCNEIL, J.; DAY, P.; SIROVSKI, F. **Glycerine from biodiesel: the perfect diesel fuel. Process Safety and Environmental Protection**, v. 90, n. 3, p. 180-188, 2012.

MEDEIROS, Miguel de Araújo; LOBATO, Anderson César. **Contextualizando a abordagem de radiações no ensino de química**. Ens. Pesqui. Educ. Ciênc. (Belo Horizonte) vol.12 no. Belo Horizonte Sept./Dec. 2010. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo>. Acesso em 14/10/2019.

MOTA, C. J. A.; DA SILVA, C. X. A.; GONÇALVES, V. L. C. Gliceroquímica: **Novos produtos e processos a partir da glicerina de produção de biodiesel**. Química Nova, São Paulo, v.32, n.3, p.639-648, 2009.

NETO, P. R. C.; ROSSI, L. F. S.; ZAGONEI, G. F.; RAMOS, L. P.. **Produção de biodiesel alternativo ao óleo diesel através da transesterificação de óleo de soja usado em frituras**. Química Nova, 23(4), p. 531-537, 2000.

OLEOLINE. Crude glycerine Market prices: 5 July 2010. The independent oleo reporter, p. 1- 1.

OLIVEIRA, C. L.; **Significado e contribuições da afetividade, no contexto da Metodologia de Projetos, na Educação Básica**. Belo Horizonte, 2006 (Mestrado).

Dissertação para obtenção do título de Mestre na área de Educação Tecnológica pelo Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais. 168p.

OLIVEIRA, C.; MOURA, D. G.. **Metodologia de projetos e ambientes não formais de aprendizagem: indício de eficácia no processo do ensino de Biologia**. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 5, 2005, Bauru. Atas do V ENPEC - Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. Bauru: ABRAPEC, 2005a.

PCN. Parâmetros curriculares nacionais: introdução aos parâmetros curriculares nacionais / Secretaria de Educação Fundamental. – Brasília: MEC/SEF, 1997. 126p.

PENTEADO, E. D.; LAZARO, C. Z.; SAKAMOTO, I. K.; ZAIAT, M. **Influence of seed sludge and pretreatment method on hydrogen production in packed-bed anaerobic reactors**. International Journal of Hydrogen Energy, Oxford, v.38, n.14, p.6137-6145.2013.

PERRY, R.H.; GREEN, D.W. Chemical Engineers' Handbook, 7ª Ed, 2001.

PINTO, A. C.; GUARIEIRO, L. L. N.; REZENDE, M. J. C.; RIBEIRO, N. M.; TORRES, E. A.; LOPES, W. A.; PEREIRA, P. A. P.; de ANDRADE, J. B.; **Biodiesel: An Overview**. J. Braz. Chem. Soc. 2005, 16, 1313.

PNPB - Programa nacional de produção e uso do Biodiesel. Disponível em: <http://www.mda.gov.br/sitemda/secretaria/saf-biodiesel/o-que-%C3%A9-o-programa-nacional-de-produ%C3%A7%C3%A3o-e-uso-do-biodiesel-pnpb>. Acesso em 20/07/2019.

PROTEÍNAS DE SOJA. Disponível em: www.proteinasdesoja.com.br. Acesso em 24/07/2019.

RAMOS, L. P.; SILVA, F. R.; MANGRICH, A. S.; CORDEIRO, C. S. **Tecnologias de Produção de Biodiesel**. Rev. Virtual Quim., 2011, 3 (5), 385-405. Data de publicação na Web: 22 de outubro de 2011.

REZZADORI, Cristiane B. Dal Bosco; CUNHA, Márcia Borin da. **Produção de Material Didático: Uma Proposta para Química Ambiental**. Varia Scientia, [s.l.], v. 5, n. 9, p. 177-88, 2005.

RIVERO, M.; SOLERA, R.; PEREZ, M. **Anaerobic mesophilic co-digestion of sewage sludge with glycerol: Enhanced biohydrogen production**. International Journal of Hydrogen Energy, v.39, p.2481 - 2488. 2014.

SANTOS, A. P. B. & Pinto, A. C. Biodiesel: **Uma alternativa de combustível limpo**. In: Química Nova na Escola, vol. 31, nº 1, 2009.

SERRANO, A.; SILES, J.A.; CHICA, A.F.; MARTIN, M.A. **Improvement of mesophilic anaerobic co-digestion of agri- food waste by addition of glycerol**. Journal of Environmental Management, v.140, p.76 - 82. 2014.

SANTOS, Ana Paula B.; PINTO Angelo C. **QUÍMICA NOVA NA ESCOLA. Biodiesel: Uma Alternativa de Combustível Limpo**, 58. Vol. 31 N° 1, FEVEREIRO 2009.

SANTOS, Bárbara Cristina Dias dos; FERREIRA, Maira. **Contextualização como princípio para o ensino de química no âmbito de um curso de educação popular**. Experiências em Ensino de Ciências V.13, No.5 2018.

SILVA, C. L. M.. **Obtenção de ésteres etílicos a partir da transesterificação de óleo de andiroba com etanol**. Campinas, 2005.. Dissertação (Mestrado em Química), Programa de Pós-Graduação em Química da Universidade de Campinas. 64p.

SILVA, N. L., RIVERA, E. C., BATISTELLA, C. B., LIMA, D. R., MACIEL FILHO, R., WOLF-MACIEL M. R., **Biodiesel production from vegetable oils: operational strategies for large scale systems**. 18th ES/CAPE. Amsterdam: Elsevier, v. 25, p. 1101-1106, 2008.

SILVA, F. A. S. E.; AZEVEDO, C. A. V. **Principal Components Analysis in the Software Assistat-Statistical Attendance**. In: WORLD CONGRESS ON COMPUTERS IN AGRICULTURE, 7, Reno-NV-USA: American Society of Agricultural and Biological Engineers, 2009.

SOLANTE, D.S.M.; **Aprendizagem Colaborativa Baseada em Problemas – ACPB Modelo Conceitual e Ferramentas**. Campinas, 2009 (Mestrado) Dissertação para obtenção do título de Mestre na área de Ciências da Computação pela Universidade Estadual de Campinas. s.n.

SOUZA. T.M.H. **Biodiesel como eixo temático para introdução de conteúdos específicos de Química junto a discentes do segundo ano do ensino médio**. 2008. 42 p. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em licenciatura em Química) – Centro de Ciências Biológicas e da Natureza, Universidade Federal do Acre, Rio Branco.

SPERANZA, L.G.; INGRAM, A.; LEEKE, G.A. **Assessment of algae biodiesel viability based on the area requirement in the European Union, United States and Brazil**. Renewable Energy, v. 78, p. 406-417, 2015.

SWIATKIEWICZ, O. Competências transversais, técnicas ou morais: um estudo exploratório sobre as competências dos trabalhadores que as organizações em Portugal mais valorizam. **Cadernos EBAPE.BR**, v. 12, nº 3, p. 663 - 687, 2014.

THOMPSON, J.; HE,B. **Characterization of crude glycerol from biodiesel production from multiple feedstocks**, 2006. Applied Engineering in Agriculture, v.22, p. 261 – 265.

XAVIER, F. J. S. **Proposta de atividades para o ensino de química envolvendo o tema biodiesel**. 2011. 75 f. Monografia - Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa, PB, 2011.

WARTHA, Edson José; SILVA, Erivanildo Lopes e BEJARANO, Nelson Rui Ribas. **Cotidiano e Contextualização no Ensino de Química**. QUÍMICA NOVA NA ESCOLA

Vol. 35, N° 2, p. 84-91, MAIO 2013.

YAAKOB, Z., et al. **Overview of the production of biodiesel from waste cooking oil**. Renewable and Sustainable Energy Reviews. V.18, p. 184-193. 2013.

APÊNDICE 01 - QUESTIONÁRIO

01) O que você entende a respeito dos combustíveis fósseis?

Alternativas	Respostas
Combustível com grande quantidade e de fácil obtenção	
Combustível renovável	
Combustível de rápida formação	
Resultado da decomposição de plantas e animais há milhares de anos por isso não é considerado como renovável	

02) Quais as alternativas de fonte de energia você conhece como potencial para substituir o petróleo?

Alternativas	Respostas
Etanol	
Elétrica	
Biodiesel	
Células a combustível (Hidrogênio)	
Gás metano	

03) Quais as matérias primas que são usadas para a produção de biodiesel?

Alternativas	Respostas
Óleo de Girassol	
Dendê	
Mamona	
Gorduras de animais	
Óleo de fritura	
Óleo de Soja	
Algodão	
Desconhece	

APÊNDICE 02 – LISTA DE EXERCÍCIOS



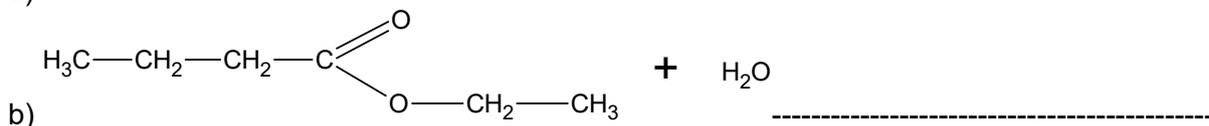
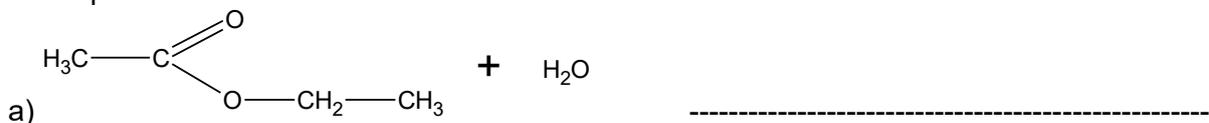
Colégio Franciscano
Nossa Senhora de Fátima

Rua Ir. Domitilla, 150
CEP 85877-000
São Miguel do Iguçu - PR

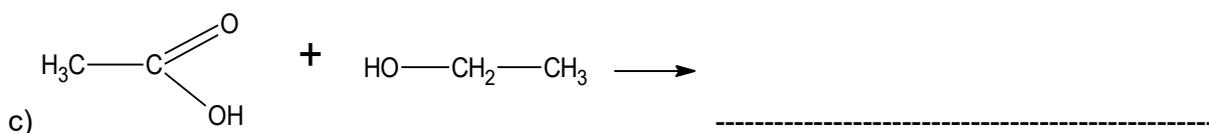
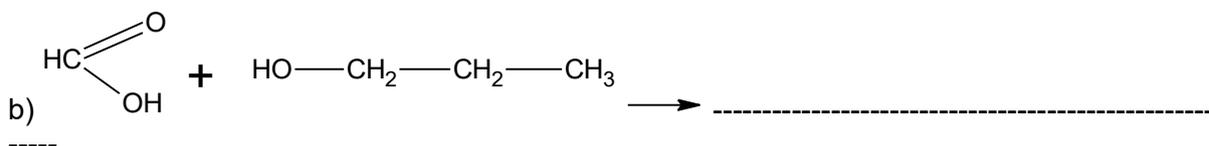
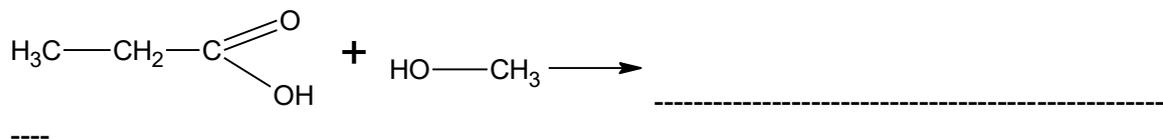
Tel. 0xx45 3565-1241
atendimento.consfatima@acf.org.br
www.consfatima.com.br

NOME:	NÚMERO:	SÉRIE: 3º A	DATA: 18
PROFESSOR (A): Leandro Friedrich	DISCIPLINA: Química	VALOR: 2,0	NOTA:

- 1- O que é o biodiesel?
- 2- Qual tipo de mistura se forma entre a glicerina e o biodiesel?
- 3- Explique em termos de polaridade por que o biodiesel não se mistura com a glicerina.
- 4- Explique como ocorre a reação de saponificação do biodiesel (hidrólise básica).
- 5- Pesquise a respeito das possíveis formas de utilização do glicerol(glicerina).
- 6- Qual o tipo de catálise química utilizada no método de obtenção do biodiesel?
- 7- Escreva a reação de obtenção do biodiesel(transesterificação).
- 8- Monte um esquema ilustrativo mostrando o processo de obtenção do biodiesel.
- 9- Qual a substância que acelera a velocidade da reação do biodiesel?
- 10- Qual o processo que pode ser conduzido para a separação da mistura glicerina/biodiesel?
- 11- Descreva as principais vantagens e desvantagens do uso do biodiesel?
- 12- Cite algumas matérias-primas usadas na produção do biodiesel.
- 13- A que função da química orgânica pertence o biodiesel?
- 14- Cite exemplos de automóveis que utilizam o biodiesel como combustível no Brasil?
- 15- Qual a função do hidróxido de sódio na reação de transesterificação do biodiesel?
- 16- Encontre o ácido carboxílico e o álcool formado através da hidrólise em seguida de o nome para todos os elementos:



- 17- Dê o nome correspondente dos ésteres formadas a partir da reação de esterificação:
- b)



- 18- Forneça a fórmula estrutural do Éster e a água formada através da reação de esterificação:

a) ácido metanoico + etanol \longrightarrow _____

b) ácido etanoico + propanol \longrightarrow _____

19- De a fórmula estrutural, molecular e a massa molecular dos ésteres abaixo:

NOME	ESTRUTURAL	MOLECULAR	MASSA MOLECULAR
a) etanoato de propila			
b) metanoato de etila			
c) propanoato de metila			

APÊNDICE 03 - AVALIAÇÃO



Colégio Franciscano
Nossa Senhora de Fátima

Rua Ir. Domitilla, 150
CEP 85877-000
São Miguel do Iguaçu - PR

Tel. 0xx45 3565-1241
atendimento.consfatima@acf.org.br
www.consfatima.com.br

NOME:	NÚMERO:	SÉRIE: 3º A	DATA: 18
PROFESSOR (A): Leandro Friedrich	DISCIPLINA: Química	VALOR: 10,0	NOTA:

ORIENTAÇÕES GERAIS:

1. Materiais a serem utilizados: Caneta preta ou azul.
2. Provas feitas a lápis, caneta vermelha ou com uso de corretivo não têm direito à revisão.
3. Aluno que usar de meio ilícito na realização desta prova terá nota zerada e conceituação comprometida.

AVALIAÇÃO INDIVIDUAL – 3º TRIMESTRE

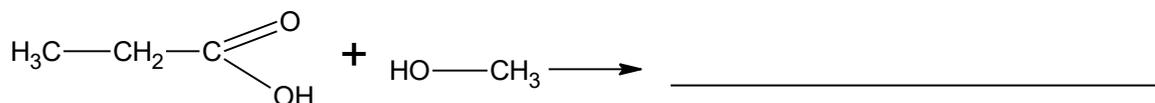
01) (Valor: 2,0) Forneça a fórmula estrutural do Éster e a água formada através da reação de esterificação:

a) ácido metanoico + etanol \longrightarrow _____

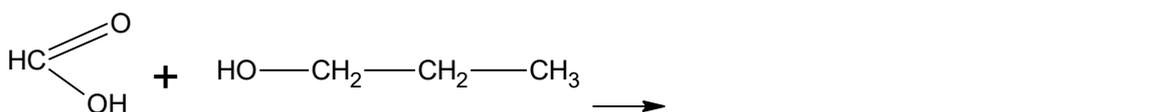
b) ácido etanoico + propanol \longrightarrow _____

02) (Valor: 2,0) Dê o nome correspondente dos ésteres formados a partir da reação de esterificação:

c)

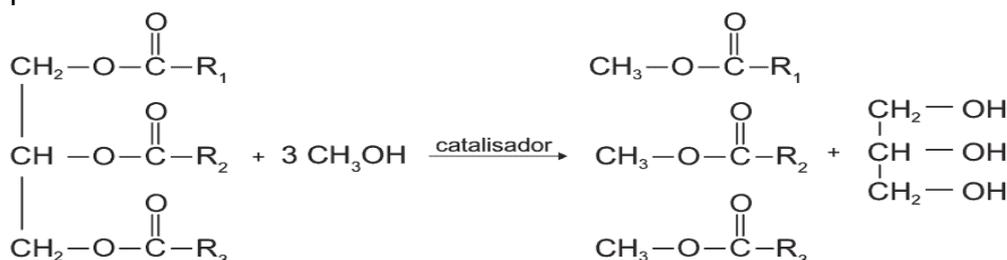


b)



03) (Valor: 1,0) Descreva sucintamente o processo de produção do biodiesel conforme apresentado em sala, do campo ao biodiesel pronto e do coproduto gerado na sua produção:

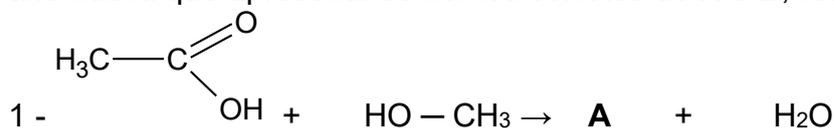
04) (Valor: 1,0) O biodiesel é um biocombustível obtido a partir de fontes renováveis, que surgiu como alternativa ao uso do diesel de petróleo para motores de combustão interna. Ele pode ser obtido pela reação entre triglicerídeos, presentes em óleos vegetais e gorduras animais, entre outros, e álcoois de baixa massa molar, como o metanol ou etanol, na presença de um catalisador de acordo com a reação química:



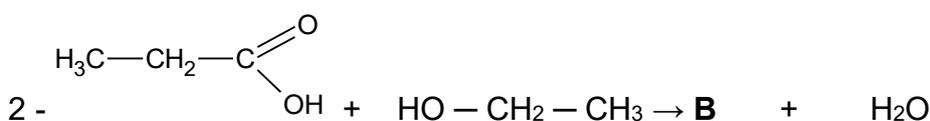
A função química presente no produto que representa o biodiesel é:

- a) éter.
- b) éster.
- c) álcool.
- d) cetona.
- e) ácido carboxílico.

05) (Valor: 1,0) Complete as duas reações de esterificação a seguir e indique a alternativa que apresenta os nomes corretos de **A** e **B**, respectivamente:



Ácido etanoico metanol éster Água



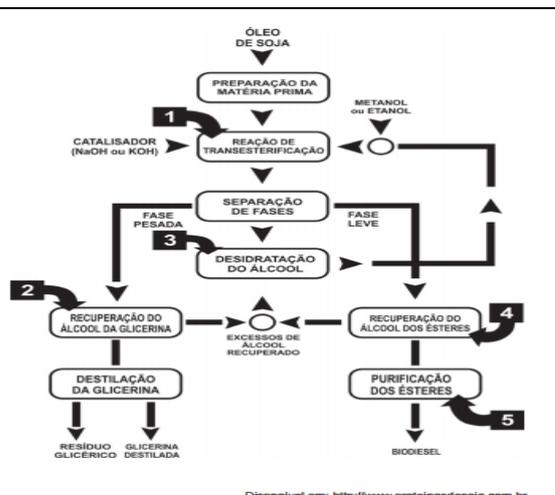
Ácido propanoico etanol éster água

- a) metanoato de etila e etanoato de propila.
- b) etanoato de metila e propanoato de etila.
- c) metanoato de metila e propanoato de etila.
- d) metanoato de etila e propanoato de etila.
- e) etanoato de metila e etanoato de propila.

06) (Valor: 1,0) O biodiesel é um biocombustível que pode ser obtido a partir do processo químico em que óleos ou gorduras são transformados em ésteres metílicos ou etílicos de ácidos graxos. Suas principais vantagens de uso relacionam-se principalmente ao fato de serem oriundos de fontes renováveis e produzirem muito menos poluição do que os derivados de combustíveis fósseis. A figura seguinte mostra, de forma esquemática, o processo de produção de biodiesel a partir do óleo de soja:

De acordo com o descrito, a etapa que representa efetivamente a formação das moléculas orgânicas combustíveis que compõem o biodiesel está representada na figura pelo número

- a) 1.
- b) 2.
- c) 3.
- d) 4.
- e) 5.



07) (Valor: 1,0) Descreva sucintamente sobre os benefícios da utilização do biodiesel, considerando as fontes de matéria prima e os efeitos do mesmo ao meio ambiente:

08) (Valor: 1,0) Associe as fontes de combustíveis e biocombustíveis com as matérias primas correspondentes:

- (I) *Cana de Açúcar* () *Diesel*
 (II) *Triacilglicerídios* () *Biodiesel*
 (III) *Gás Hidrogênio* () *Etanol*
 (IV) *Petróleo* () *Célula a Combustível*
 (V) *Digestão anaeróbica da matéria orgânica* () *Gás metano*

09) Qual a sua opinião sobre o tema Biodiesel abordado durante as aulas de química?

Alternativas	Respostas
Interessante	
Muito interessante	
Complicado	
Desnecessário	
Outros	

10) Qual etapa do trabalho que você mais gostou:

- () *Aula teórica* () *Todas as etapas*
 () *Pesquisa em laboratório de informática* () *Nenhuma das etapas*
 () *Produção de Biodiesel em laboratório*
 () *Feira de ciências*
 () *Resolução de listas de exercícios*
 () *Avaliação*

**APÊNDICE 04 – MANUAL DINÂMICO DO PROFESSOR PARA
DESENVOLVIMENTO DE FUNÇÕES E REAÇÕES ORGÂNICAS DE
ESTERIFICAÇÃO A PARTIR DA PRODUÇÃO DO BIODIESEL**



Manual dinâmico do Professor para estudo de funções e reações orgânicas de esterificação e transesterificação a partir da produção do biodiesel



Leandro Friedrich

Orientador: Dr. Daniel Walker Tondo

Coorientadora: Dra. Ana Cristina Trindade Cursino



Este material faz uso da contextualização ao uso do biodiesel, desenvolvido em sete etapas estratégicas inseridas aos conteúdos de química orgânica, de funções orgânicas, produção de biodiesel e reações de esterificação e transesterificação.

As sete etapas abordadas nesse material envolvem:



Aplicação de questionário inicial com a finalidade de observar as concepções prévias dos discentes sobre os biocombustíveis com ênfase no biodiesel.



Aulas teóricas, utilizando a temática biodiesel, abordando os conteúdos da química orgânica, como, grupos funcionais (Álcool, Ácido Carboxílico, Éster), reações (reação de Esterificação e reações químicas de transesterificação do biodiesel), separação de misturas (processo de separação do biodiesel e do glicerol) e estequiometria.



Realização de pesquisa no laboratório de informática de temas específicos divididos em grupos.



Aula prática para produção de biodiesel em laboratório de química



Realização de feira de ciências com divulgação dos trabalhos desenvolvidos pelos discentes, com convite estendido à toda comunidade escolar.



Aplicação de lista de exercícios para revisão de todos os conteúdos propostos e análise das respectivas dúvidas.



Aplicação de avaliação.

Etapa 01: Aplicação de Questionário

Diagnóstico:

O questionário diagnóstico poderá ser aplicado no início e no final do projeto ou a critério do aplicador. O questionário tem finalidade de fazer um levantamento prévio acerca do grau de interesse, dificuldade/facilidade, correlacionando os conteúdos de química relacionado com o cotidiano dos alunos no que compete o entendimento sobre combustíveis fósseis e fontes alternativas de energia.

Exemplos de perguntas para o Questionário Diagnóstico:

01) O que você entende a respeito dos combustíveis fósseis?

Alternativas	Respostas
Combustível com grande quantidade e de fácil obtenção	
Combustível renovável	
Combustível de rápida formação	
Resultado da decomposição de plantas e animais há milhares de anos por	

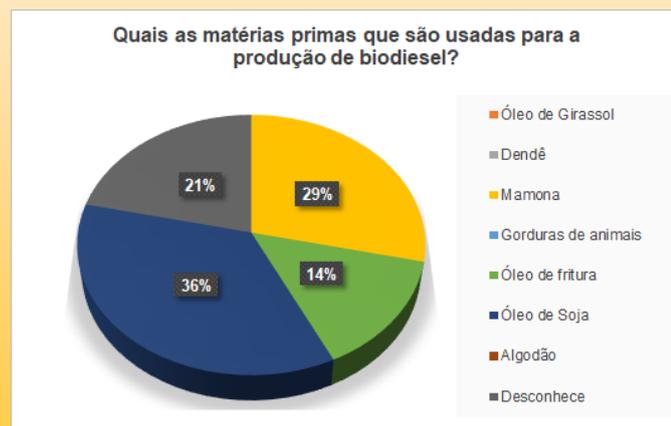
02) Quais as alternativas de fonte de energia você conhece como potencial para substituir o petróleo?

Alternativas	Respostas
Etanol	
Elétrica	
Biodiesel	
Células a combustível (Hidrogênio)	
Gás metano	

03) Quais as matérias primas que são usadas para a produção de biodiesel?

Alternativas	Respostas
Óleo de Girassol	
Dendê	
Mamona	
Gorduras de animais	
Óleo de fritura	
Óleo de Soja	
Algodão	
Desconhece	

Exemplos de gráficos que podem ser confeccionados para trabalhar com os alunos



Etapa 02: Aplicação de Aulas teóricas (Aula 01)

Aula 01

As aulas expositivas podem ser realizadas em 02 momentos, onde no primeiro momento pode ser dar a introdução ao tema abordando conceitos referente a produção dos biocombustíveis como:

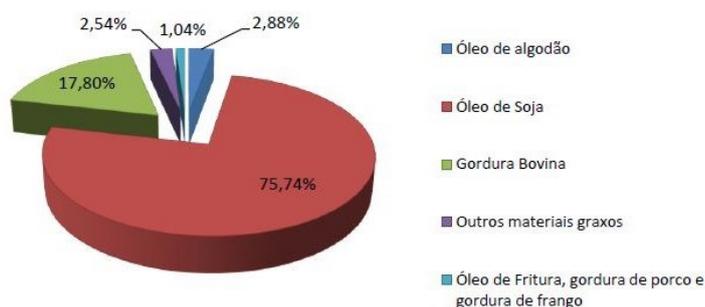
- * O uso de combustíveis fósseis e seus impactos ambientais;
- * Necessidade de fontes alternativas de energia;
- * Lei da obrigatoriedade da mistura do biodiesel no diesel mineral;
- * Aumento da mistura ao longo dos anos e metas do governo para este biocombustível;
- * Matérias-primas para produção do Biodiesel;
- * Biodiesel e seu coproduto- glicerina;
- * Aspectos sociais, ambientais e políticos da utilização do Biodiesel como combustível;
- * Normas vigentes, além das vantagens e desvantagens deste biocombustível.
- * Vídeos de revisão e da produção do biodiesel.

Vídeo sugestivo referente a produção do biodiesel. Através de Leitor CRCode ou ao link abaixo:



<https://www.youtube.com/watch?v=dYAstFdJCMg>

MATÉRIAS PRIMAS UTILIZADAS PARA PRODUÇÃO DE BIODIESEL (PERFIL NACIONAL)



BIODIESEL EVOLUÇÃO NO BRASIL



Etapa 02: Aplicação de Aulas teóricas (Aula 02)

Aula 02

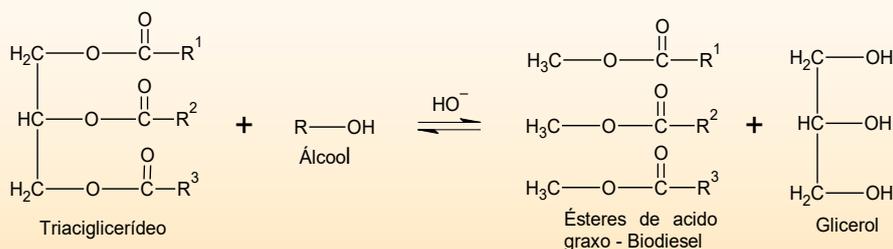
Os assuntos que podem ser abordados na segunda aulas são assuntos com mais estreita relação com a química como por exemplo:

- * Reação de produção do Biodiesel, reação de transesterificação como rota de produção etílica;
- * Separação de fases através de conceitos de densidade e interações intermoleculares;
- * Cálculos estequiométricos com finalidade de obter as quantidades de reagentes e produtos envolvidas na reação de transesterificação;
- * Balanceamento da reação de transesterificação;
- * Metodologia de preparação do biodiesel e estudo de artigo científico;
- * Estudo dos grupos funcionais Álcool, Ácido Carboxílico e Éster;
- * Vídeos de Revisão de conteúdos.

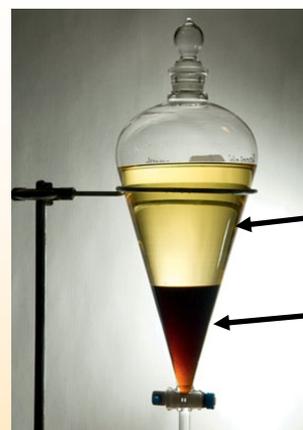


O que é biodiesel?

O Biodiesel é gerado a partir dos triacilgliceróis contidos nos óleos e/ou matérias graxas de origem animal ou vegetal que reagem na presença de álcoois e catalisador, gerando também como co-produto a glicerina (MAZUBERT, 2013).



Separação do biodiesel e glicerina

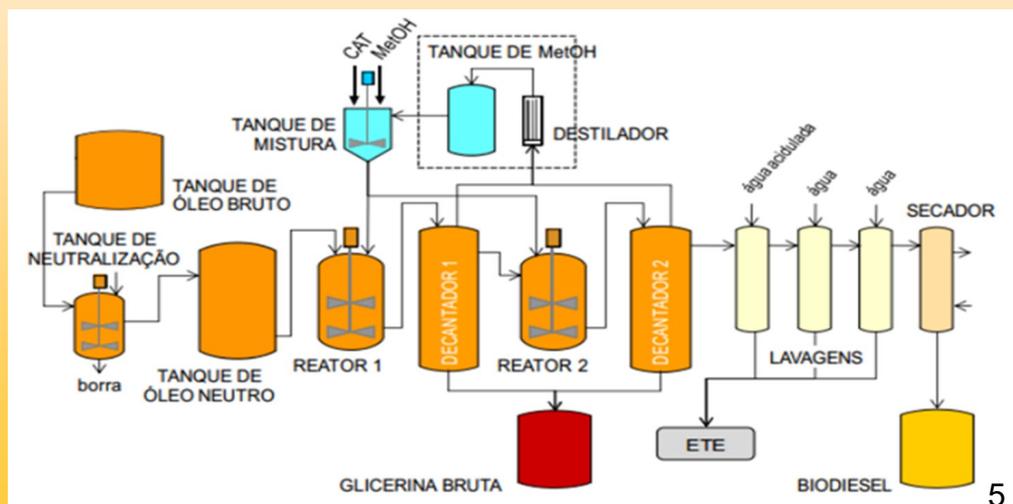


Fase de Ésteres (Biodiesel)

Glicerina e impurezas

Produção do biodiesel

O processo de produção de biodiesel, começa com a manipulação da matéria prima, depois ocorre a reação de transesterificação, separação de fases, recuperação e desidratação do álcool, destilação da glicerina e purificação do biodiesel.



Etapa 03: Pesquisa em laboratório de Informática

Para despertar a curiosidade aos assuntos abordados nas aulas, os alunos podem ser encaminhados ao laboratório de informática e separados previamente em grupos estabelecidos pelo professor. Os temas sugeridos para pesquisa podem ser:

- * Biodiesel;
- * Fontes de matérias-primas;
- * Reação química de esterificação;
- * Reação química de transesterificação de obtenção de ésteres;
- * Catalise básica;
- * Etapas de produção do biodiesel;
- * Produção de biodiesel com óleos e gorduras reutilizadas;
- * Separação física da glicerina e biodiesel;
- * Normas gerais de produção do biodiesel;
- * Nomenclatura dos álcoois, ácidos carboxílicos e éster na reação de esterificação;
- * Purificação do biodiesel e glicerina;
- * Usos e comercialização da glicerina;
- * Impactos ambientais e sociais;
- * Porcentagem de biodiesel que está sendo adicionado ao diesel de petróleo atualmente.



Para direcionamento da pesquisa alguns sites pode ser sugeridos, como:

- ⇒ www.Biodieselbr.com.
- ⇒ www.anp.gov.br/biocombustiveis/biodiesel



Etapa 04: Aula prática de produção do Biodiesel

O processo de produção de biodiesel realizado e disposto nesse manual, seguiu produção por meio de catálise básica, devido a maior rapidez do processamento do que a catálise ácida. A metodologia adotada seguiu a metodologia proposta por FERRARI et al (2005), disposta abaixo.

Artigo produção de biodiesel

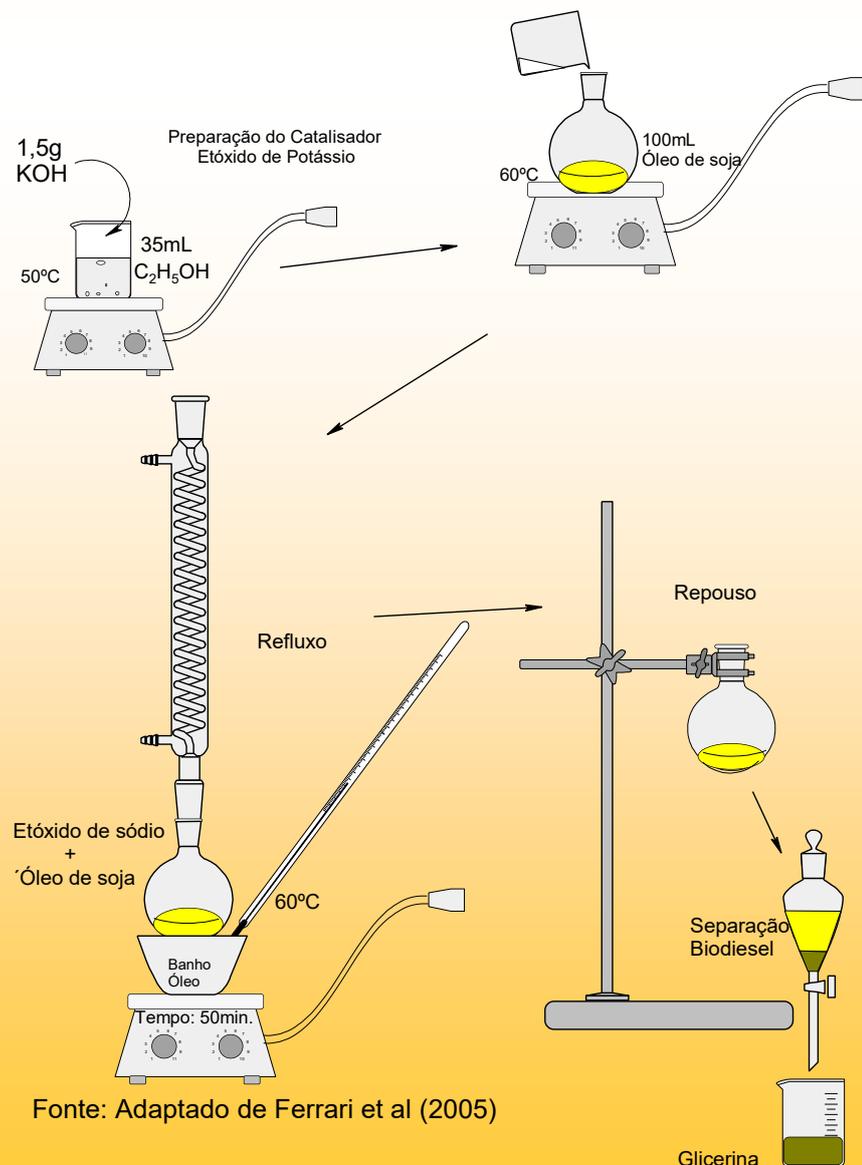
Artigo referente a metodologia para produção do biodiesel. Através de Leitor CRCode ou ao link abaixo:



http://qnesc.sbg.org.br/online/qnesc31_1/11-EEQ-3707.pdf

Para produção do biodiesel foram usados 100mL de óleo de soja, 35mL de etanol anidro e 1,5g de KOH. Para a preparação foi dissolvido a base no etanol (KOH + C₂H₅OH) em um Becker sob agitação magnética e aquecimento em torno de 50°C a 60°C até a dissolução completa, para produção de etóxido de potássio. O óleo de soja foi aquecido em um Erlenmeyer até 60°C, quando então foi adicionado a mistura do catalisador. Após 50min de aquecimento da mistura a mistura foi colocado em um funil de separação em repouso para separação da mistura.

Os reagentes para condução dos experimentos foram, Óleo de soja, Álcool etílico 99,5%, Hidróxido de Potássio 90% e Hidróxido de sódio 95%. Para pesagem dos reagentes foi utilizado balança de precisão. Para preparação do catalisador foi utilizado copo de Becker de 250ml, agitador magnético com aquecimento e barra magnética para melhor dissolução da base no álcool.



Fonte: Adaptado de Ferrari et al (2005)

Resultados obtidos no trabalho



Etapa 05: Feira de ciências

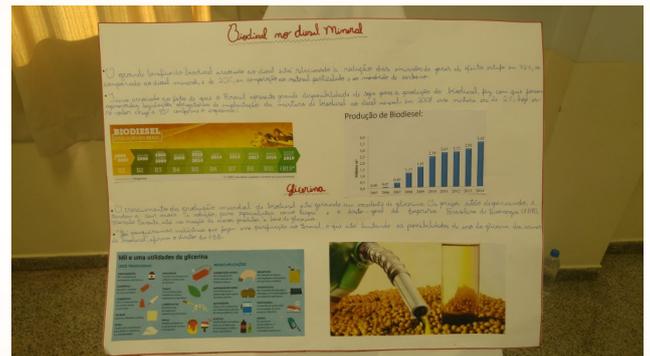
Para demonstração / divulgação dos trabalhos realizados, Pode ser oportunizado um evento, por exemplo, uma feira de ciências para a exposição de materiais diversos como:

- ◆ Textos;
- ◆ Cartazes;
- ◆ Folhetos explicativos;
- ◆ Maquetes;
- ◆ Demonstração de experimentos práticos;
- ◆ Banner.

A feira de ciências pode ser aberta para todos os alunos, professores pais e toda comunidade escolar para prestigiar o evento.



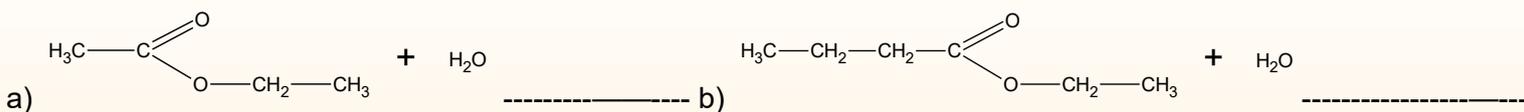
Abaixo segue alguns modelos de trabalhos confeccionados nesse trabalho:



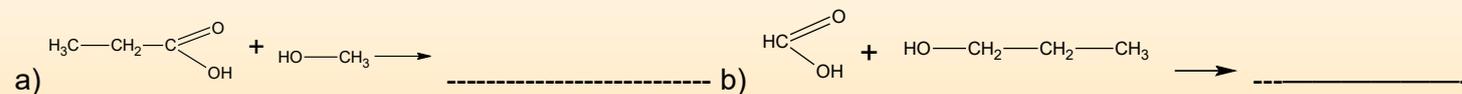
Etapa 06: Revisão/Retomada de Conteúdos

Para verificação dos conhecimentos adquiridos nas etapas, Uma lista de exercícios de retomada dos conteúdos abordados pode ser elaborada. Abaixo segue exemplos de questão que podem ser elaboradas a respeito do tema trabalhado na contextualização do biodiesel:

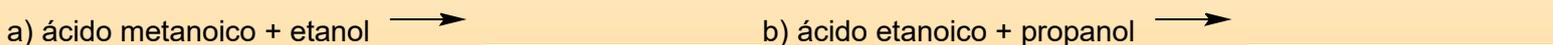
- 1- O que é o biodiesel?
- 2- Qual tipo de mistura se forma entre a glicerina e o biodiesel?
- 3- Explique em termos de polaridade por que o biodiesel não se mistura com a glicerina.
- 4- Explique como ocorre a reação de saponificação do biodiesel (hidrólise básica).
- 5- Pesquise a respeito das possíveis formas de utilização do glicerol (glicerina).
- 6- Qual o tipo de catálise química utilizada no método de obtenção do biodiesel?
- 7- Escreva a reação de obtenção do biodiesel (transesterificação).
- 8- Monte um esquema ilustrativo mostrando o processo de obtenção do biodiesel.
- 9- Qual a substância que acelera a velocidade da reação do biodiesel?
- 10- Qual o processo que pode ser conduzido para a separação da mistura glicerina/biodiesel?
- 11- Descreva as principais vantagens e desvantagens do uso do biodiesel?
- 12- Cite algumas matérias-primas usadas na produção do biodiesel.
- 13- A que função da química orgânica pertence o biodiesel?
- 14- Cite exemplos de automóveis que utilizam o biodiesel como combustível no Brasil?
- 15- Qual a função do hidróxido de sódio na reação de transesterificação do biodiesel?
- 16- Encontre o ácido carboxílico e o álcool formado através da hidrólise em seguida de o nome para todos os elementos:



- 17- Dê o nome correspondente dos ésteres formadas a partir da reação de esterificação:



- 18- Forneça a fórmula estrutural do Éster e a água formada através da reação de esterificação:



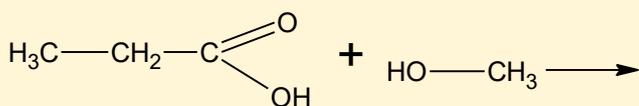
- 19- De a fórmula estrutural, molecular e a massa molecular dos ésteres abaixo:

NOME	ESTRUTURAL	MOLECULAR	MASSA MOLECULAR
a) etanoato de propila			
b) metanoato de etila			
c) propanoato de metila			

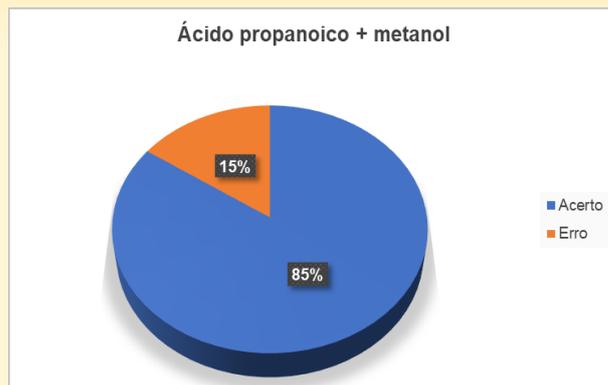
Etapa 07: Aplicação de Avaliação

Com a finalidade de verificar se o discente conseguiu acompanhar e entender a programação curricular proposta ao longo das etapas, uma avaliação pode ser aplicada. Os resultados da avaliação aplicada podem ser feitos em gráficos de acertos e erros afim de quantificar as dificuldades referente a cada questão cobrada, conforme os exemplos abaixo:

01) Foi solicitado o nome correspondente dos ésteres formados a partir da reação de esterificação entre o ácido propanoico e metanol como pode ser visualizado na reação abaixo:

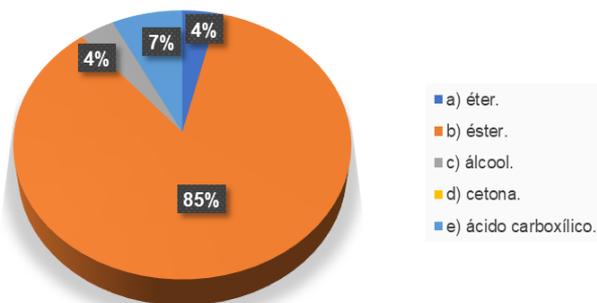


% de acerto a respeito da reação entre o ácido propanoico e metanol

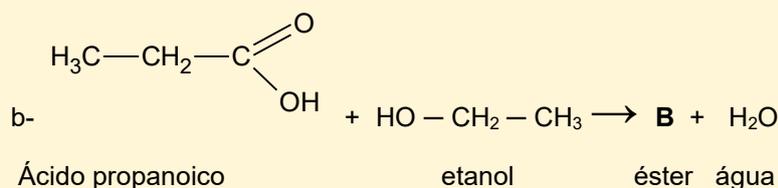
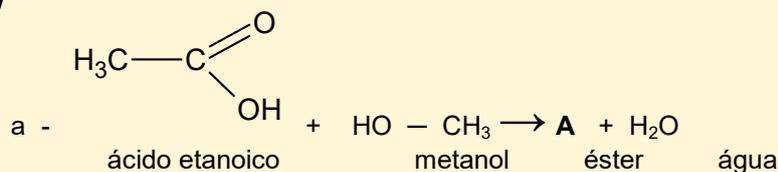


02) função orgânica que o biodiesel representa:

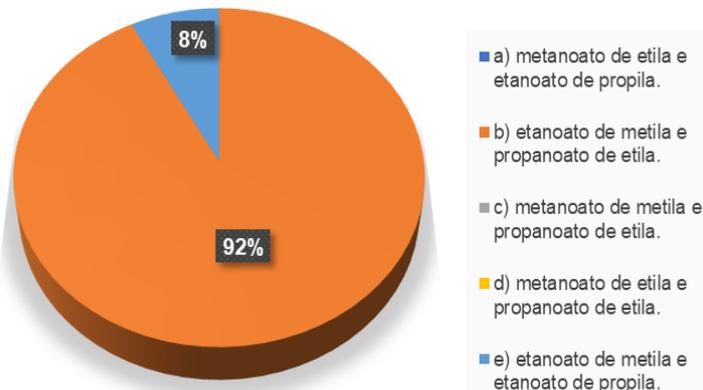
A função química presente no produto que representa o biodiesel é:



03) Assinalar alternativa que representa o éster **A** e **B** das duas reações de esterificação demonstradas abaixo.

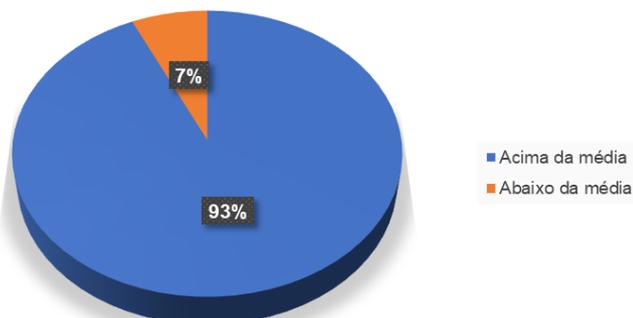


Ésteres A e B



Ao término da aplicação das sete etapas desenvolvidas e da análise dos resultados de uma forma geral, pode ser construído um gráfico para verificar os alunos que foram acima

Média referente a avaliação aplicada



Alunos acima da média (7,0)

CONCLUSÃO



Este Manual dinâmico foi criado a partir da sua aplicação aos alunos da 3ª série do Ensino médio, sendo compartilhado e oportunizado para que outros professores possam adotar esta metodologia para desenvolvimento de funções orgânicas e reações orgânicas de esterificação a partir da produção do Biodiesel, de maneira lúdica, prática e investigativa.

Como resultado da aplicação deste Manual, observou-se que a apresentação de novas práticas pedagógicas com temáticas atuais, aliado ao ensino de química, aumentaram de forma significativa a participação e interesse dos educandos pelas aulas, sendo um processo eficiente de ensino aprendizagem.

REFERÊNCIAS

ANP, Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustível. Relatório 2015, ano base 2014.

BIODIESEL –BR. Disponível em: <http://www.biodieselbr.com/>. Acesso em 20 de junho de 2018.

BSBIOS – ENERGIA RENOVÁVEL. Disponível em: www.bsbios.com/noticias/batalha-do-biodiesel/. Acesso em 14/08/2019.

COSTA NETO, P.R.; ROSSI, L.F.S; ZAGONEL, G.F; RAMOS, L.P. Produção de biocombustível alternativo ao óleo diesel através da transesterificação de óleo de soja usado em frituras. Química Nova, 23(4), p. 531-537, 2000.

GERIS, R; SANTOS, N. A. C.; AMARAL, B. A.; MAIA, I. S.; CASTRO, V. D.; CARVALHO, J.R.M.. Biodiesel de soja – Reação de transesterificação para aulas praticas de química orgânica, Química Nova, 30(5), p. 1369-1373, 2007.

MAZUBERT. A, POUX. M, AUBIN. J. Intensified processes for FAME production from wastecooking oil: A technological review. Chemical Engineering Journal, (2013), 233: 201-223.

RAMOS, L. P.; SILVA, F. R.; MANGRICH, A. S.; CORDEIRO, C. S. Tecnologias de Produção de Biodiesel . Rev. Virtual Quim., 2011, 3 (5), 385-405. Data de publicação na Web: 22 de outubro de 2011.

SOUZA. T.M.H. Biodiesel como eixo temático para introdução de conteúdos específicos de Química junto a discentes do segundo ano do ensino médio. 2008. 42 p. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em licenciatura em Química) – Centro de Ciências Biológicas e da Natureza, Universidade Federal do Acre, Rio Branco.

XAVIER, F. J. S. Proposta de atividades para o ensino de química envolvendo o tema biodiesel. 2011. 75 f. Monografia - Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa, PB, 2011.

BIODIESEL

