

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO CEARÁ-
IFCE *CAMPUS* FORTALEZA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E
MATEMÁTICA – PPGECM**

CYNDI BEATRIZ ANJOS DE SOUZA

**A TEMÁTICA BIODIESEL NO ENSINO DE QUÍMICA ALIADA À EDUCAÇÃO
AMBIENTAL: O USO DA ABORDAGEM CTSA NO CURSO TÉCNICO
INTEGRADO EM QUÍMICA DO IFCE – CAMPUS MARACANAÚ**

FORTALEZA/CE

2022

CYNDI BEATRIZ ANJOS DE SOUZA

**A TEMÁTICA BIODIESEL NO ENSINO DE QUÍMICA ALIADA À EDUCAÇÃO
AMBIENTAL: O USO DA ABORDAGEM CTSA NO CURSO TÉCNICO
INTEGRADO EM QUÍMICA DO IFCE – CAMPUS MARACANAÚ**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática.

Orientadora: Profa. Dra. Caroline de Goes Sampaio

Área de concentração: Ensino de Química.

FORTALEZA/CE

2022

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

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

-
- S729t Souza, Cyndi Beatriz Anjos de.
A TEMÁTICA BIODIESEL NO ENSINO DE QUÍMICA ALLIADA À EDUCAÇÃO AMBIENTAL: O
USO DA ABORDAGEM CTSA NO CURSO TÉCNICO INTEGRADO EM QUÍMICA DO IFCE -
CAMPUS MARACANAÚ / Cyndi Beatriz Anjos de Souza. - 2022.
147 f. : il. color.
- Dissertação (Mestrado) - Instituto Federal do Ceará, Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática,
Campus Fortaleza, 2022.
Orientação: Prof. Dr. Caroline de Goes Sampaio.
1. Ensino de Química, Biodiesel, CTSA, Educação Ambiental.. I. Título.
- CDD 510.07
-

CYNDI BEATRIZ ANJOS DE SOUZA

**A TEMÁTICA BIODIESEL NO ENSINO DE QUÍMICA ALIADA À EDUCAÇÃO
AMBIENTAL: O USO DA ABORDAGEM CTSA NO CURSO TÉCNICO
INTEGRADO EM QUÍMICA DO IFCE – CAMPUS MARACANAÚ**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática.

Orientadora: Profa. Dra. Caroline de Goes Sampaio

Área de concentração: Ensino de Química.

Aprovada em: ____/____/____.

BANCA EXAMINADORA

Prof^a. Dra. Caroline de Goes Sampaio - IFCE (Orientadora)

Prof^a Dra. Ana Karine Portela Vasconcelos - IFCE

Prof^a Dra. Micheline Soares Costa Oliveira – UECE

Prof. Dr. Albino Oliveira Nunes – IF

AGRADECIMENTOS

Gostaria de deixar meu agradecimento primeiramente a minha Orientadora Prof.^a Dra. Caroline Sampaio, além de me orientar neste trabalho, sempre me deu suporte e incentivo em outros campos da minha vida, obrigada por toda paciência, por me transmitir os sentimentos de perseverança e persistência, me fazendo acreditar que era possível chegar até aqui.

Agradecer minha mãe, Lucilene dos Anjos e minha irmã, Lorrany dos Anjos, por sempre estarem ao meu lado torcendo e acreditando nos meus sonhos, me incentivando com palavras e atitudes que foram fundamentais para que eu chegasse até este momento, o amor de vocês me faz mais forte a cada dia, há vocês toda minha gratidão e amor.

Agradecer minha sobrinha amada Yasmin Araújo que foi essencial no desenvolvimento deste projeto, dedicando suas horas a me auxiliar a discutir os resultados e não posso esquecer do quanto me incentivou em todos os momentos, principalmente nos mais difíceis.

Agradecer ao Daniel Fernandes meu companheiro de todas as horas e há mais de uma década somos parceiros na vida, obrigada por me incentivar sempre.

Agradecer as minhas amigas da Dança é meu momento de lazer, de cuidar da saúde, também uma forma de terapia, também momento de convivência onde fiz grandes amizades, vocês são essenciais na minha vida, toda consideração e carinho a cada uma que faz parte desses meus momentos diários.

Agradecer a Nágila Menezes e Vicente Filho, meus amigos do mestrado que são meus presentes do PGECEM, sem vocês dificilmente teria tido forças para enfrentar tudo, obrigada pela compreensão e carinho de sempre.

Agradecer as amigas que conquistei durante esses anos de docência, nas escolas que trabalhei tive a oportunidade de conhecer pessoas incríveis as quais devo toda minha gratidão.

Por último agradecer minhas sobrinhas e sobrinhos, Laura, Laysa, Rychel, Ícaro, Lohayne, Lohan e Samuel que sempre conseguem extrair o melhor de mim, com a pureza que encontro neles e o amor verdadeiro que por nós é nutrido de maneira recíproca.

**“Se a educação sozinha não
transforma a sociedade, sem ela
tampouco a sociedade muda.”
(Paulo Freire)**

RESUMO

O biodiesel, aludido nesta pesquisa, traz inúmeros benefícios para a sociedade, como diminuição de problemas relacionados ao seu descarte, além da possibilidade de aumentar o interesse dos alunos a temas relacionados ao reuso e ao meio ambiente. Dessa forma, este trabalho teve como objetivo avaliar a importância da temática biodiesel no ensino de química aliada à educação ambiental, utilizando a abordagem CTSA. Para isso, foi realizado um estudo de caso a partir de dados qualitativos. O público-alvo da pesquisa, alunos do Técnico Integrado em Química do Instituto Federal – *campus* Maracanaú. Como metodologia foi realizada intervenções, dividida em 6 etapas, envolvendo questionário inicial (QI) e questionário final (QF) como instrumento de coleta de dados, aulas expositivas e atividade experimental de produção e caracterização do biodiesel. Como resultado foi possível perceber uma melhora no entendimento de conhecimentos Químicos e ambientais por parte dos alunos. A interdisciplinaridade da Química mostra a importância do profissional de Química abordar conteúdos curriculares pré-estabelecidos, contextualizando-os com ciência, tecnologia, sociedade e ambiente – CTSA. Com as atividades envolvendo a experimentação para a elaboração do biodiesel e o estímulo à leitura de artigo científico, foi possível proporcionar debates dos assuntos relacionados ao meio ambiente que envolvam a Química, criando um ambiente propício para o desenvolvimento de atitudes cidadãs, por parte dos alunos, enfatizando a relação à temática biodiesel com a situação atual do planeta. Assim, foi possível destacar a importância de se utilizar o biodiesel obtido a partir do óleo de fritura evitando o acúmulo de rejeitos. A partir da análise dos resultados é possível considerar que houve aprendizagem, e consideramos que, a Análise de Conteúdo de Bardin além de uma técnica bastante utilizada em pesquisas qualitativas, é também de grande relevância para avaliar o processo de ensino-aprendizagem em experiências didáticas, os resultados obtidos na pesquisa indica que as etapas utilizadas no projeto possibilitou a contextualização de conceitos vistos em sala de aula relacionados ao cotidiano dos estudantes fazendo com que os alunos consigam entender as conexões dos conceitos e fenômenos químicos por eles vivenciados, tornando as aulas mais dinâmicas e envolventes.

Palavras-chave: Ensino de Química, Biodiesel, CTSA, Educação Ambiental.

ABSTRACT

This work aims to present a methodological proposal for teaching Chemistry, using biodiesel as a contextualization theme for an STSE approach. The biodiesel produced by the process alluded to in this research brings numerous benefits to society, such as reducing problems related to its disposal, in addition to the possibility of increasing student interest in topics related to reuse and the environment. For this, a case study will be carried out based on qualitative data, collected during the methodological stages. The target audience of the research will be students of the Integrated Chemistry Technician at the Federal Institute - Campus Maracanaú. As methodology, an activity divided into stages will be carried out, involving initial questionnaire and final questionnaire as an instrument for data collection, expository classes and experimental activity of production and characterization of biodiesel. As a result, students are expected to improve their understanding of chemical and environmental knowledge. The interdisciplinarity of Chemistry shows the importance of the Chemistry professional to approach pre-established curricular contents, contextualizing them with science, technology, society, and environment - STSE. With laboratory practices that use renewable sources as material for experimentation, debating issues related to the environment involving Chemistry, we can create an environment conducive to the development of citizen attitudes by students, emphasizing the relationship of green Chemistry with the current situation of the planet. Thus, it will be possible to highlight the importance of using biodiesel obtained from frying oil, avoiding the accumulation of tailings. Thus, it was possible to highlight the importance of using biodiesel obtained from frying oil, avoiding the accumulation of waste. From the analysis of the results, it is possible to consider that there was learning, and we consider that Bardin's Content Analysis, in addition to being a technique widely used in qualitative research, is also of great relevance to evaluate the teaching-learning process in didactic experiences, The results obtained in the research indicate that the steps used in the project enabled the contextualization of concepts seen in the classroom

related to the students' daily life, making students understand the connections of the concepts and chemical phenomena they experience, making classes more dynamic and enveloping.

Keywords: Chemistry teaching, Biodiesel, STSE, Environmental education.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Evolução do percentual de biodiesel misturado ao diesel de 2005 até a projeção para 2023.....	25
Figura 2- Ilustração do uso de energia no Brasil, por setores e sua porcentagem em utilização dessa energia.....	26
Figura 3- (a) Estrutura molecular do triglicerídeo e (b) representação estrutural do grupo funcional éster.....	27
Figura 4- Reação de Transesterificação através da troca de resíduo alcóxila tendo como agente catalisador o hidróxido de potássio.....	28
Figura 5- Produção de Biodiesel mundial, em bilhões de litros produzidos no ano de 2018...	29
Figura 6- Composição Química do biodiesel vegetal e animal.....	32
Figura 7- Distribuição mundial de matérias-primas utilizadas na produção de biodiesel.....	34
Figura 8- Matérias-primas utilizadas na produção de biodiesel no Brasil.....	35
Figura 9- Derivados do petróleo e sua utilização em produtos do cotidiano dos educandos.....	70
Figura 10- Esquema de ocorrência das chuvas ácidas, causadas pela queima de combustíveis fósseis.....	71
Figura 11- Slide utilizado durante aula expositiva que demonstra a diversidade em matérias-primas utilizados na produção de biodiesel.....	71
Figura 12- Materiais e reagentes, utilizados durante a síntese de biodiesel através de óleo residual.....	75
Figura 13- Esquema das etapas do projeto realizadas no ensino remoto, divididos em síncronos e assíncronos alunos.....	79

LISTA DE TABELA

Tabela 1- Percentual de biodiesel adicionado ao diesel comercial entre os anos de 2008 e 2010.....	30
--	----

LISTA DE QUADROS

Quadro 1- Sequência de planejamento utilizando a abordagem CTSA.....	42
Quadro 2- As principais características da pesquisa Qualitativa.....	55
Quadro 3- Estratégias de ensino-aprendizagem que são usadas na abordagem CTSA em comparativo as adaptações feitas para o projeto.....	57
Quadro 4- Perguntas do Questionário inicial.....	59
Quadro 5- Questionário sobre a AOP.....	60
Quadro 6- Cronograma de Execução das atividades aplicado na disciplina de Educação Ambiental.....	65
Quadro 7- Artigos levantados durante revisão bibliográfica, na revista Química Nova.....	67
Quadro 8- AOP utilizada na atividade 2 realizada na 2ª etapa.....	69
Quadro 9- Exemplos de respostas à questão 1 da primeira categoria.....	80
Quadro 10- Exemplos de respostas à questão 1 da segunda categoria.....	82
Quadro 11- Exemplos de respostas à questão 1 da terceira categoria.....	83
Quadro 12- Exemplos de respostas à questão 1 da primeira categoria.....	84
Quadro 13- Exemplos de respostas à questão 2 da primeira categoria.....	86
Quadro 14- Exemplos de respostas à questão 2 da segunda categoria.....	87
Quadro 15- Exemplos de respostas à questão 2 da terceira categoria.....	88
Quadro 16- Exemplos de respostas à questão 3 da primeira categoria.....	90
Quadro 17- Exemplos de respostas à questão 3 da segunda categoria.....	91
Quadro 18- Exemplos de respostas à questão 3 da terceira categoria.....	93
Quadro 19- Exemplos de respostas à questão 4 da primeira categoria.....	95
Quadro 20- Exemplos de respostas à questão 4 da segunda categoria.....	96
Quadro 21- Exemplos de respostas à questão 5 da primeira categoria.....	98
Quadro 22- Exemplos de respostas à questão 5 da segunda categoria.....	99
Quadro 23- Exemplos de respostas à questão 6 da primeira categoria.....	101
Quadro 24- Exemplos de respostas à questão 6 da segunda categoria.....	102
Quadro 25- Exemplos de respostas à questão 6 da terceira categoria.....	104
Quadro 26- Exemplos de respostas à questão 7 da primeira categoria.....	106
Quadro 27- Exemplos de respostas à questão 07 da segunda categoria.....	108
Quadro 28- Exemplos de respostas à questão 7 da terceira categoria.....	109
Quadro 29- Exemplos de respostas à questão 8 da primeira categoria.....	111
Quadro 30- Exemplos de respostas à questão 8 da segunda categoria.....	113

LISTA DE ABREVIATURA E SIGLAS

ANP	Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis
AC	Alfabetização Científica
ACT	Alfabetização Científica e Tecnológica
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
CTSA	Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente
CTS	Ciência, Tecnologia e Sociedade
DCNs	Diretrizes Curriculares Nacionais
DDT	Dicloro-Difenil-Tricloroetano
EA	Educação Ambiental
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
IPCC	Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas
MEC	Ministério da Educação
MMA	Ministério do Meio Ambiente
NEA	Núcleo de Educação Ambiental
ODS	Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
OGR	Óleo ou Gordura Residual
ONGs	Organizações Não Governamentais
ONU	Organização das Nações Unidas
PCNs	Parâmetros Curriculares Nacionais
Pronea	Programa Nacional de Educação Ambiental
Petrobras	Petróleo Brasileiro S.A.
QI	Questionário Inicial

Qf	Questionário Final
SEMA	Secretaria Especial do Meio Ambiente
Unced	Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento
UNESCO	Organizações das Nações Unidas para Educação, Ciência e Cultura

SUMÁRIO

1 Introdução	16
2 Referencial Teórico	21
2.1 Breve contexto histórico do Biodiesel	21
2.1.2 O Processo de Transesterificação do Biodiesel.....	24
2.1.3 Posição do Brasil no mercado mundial de Produção do Biodiesel.....	28
2.1.4 Principais matérias-primas utilizadas na produção de Biodiesel no Brasil.....	31
2.2 Biodiesel no Ensino de Química.....	35
2.3 A abordagem CTSA no ensino de Química.....	39
2.4 O QUE É ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA?.....	43
2.5 EDUCAÇÃO AMBIENTAL.....	46
2.5.1 BREVE HISTÓRICO DA EDUCAÇÃO AMBIENTAL	46
2.5.2 A EDUCAÇÃO AMBIENTAL NA LEGISLAÇÃO BRASILEIRA.....	48
2.5.3 A Educação Ambiental na BNCC e sua interdisciplinaridade.....	50
3. METODOLOGIA.....	53
3.1 A escolha do estudo de caso.....	53
3.2 A Pesquisa Qualitativa.....	54
3.3 Descrição do local da pesquisa e do público-alvo.....	55
3.4 As ferramentas utilizadas para análise dados.....	57
3.4.2 <i>Ler, compreender e interpretar os textos científico-tecnológicos</i>	59
3.4.3 <i>Aula Expositiva como ferramenta de ensino</i>	60
3.4.4 <i>Aula experimental</i>	61
3.4.5 <i>Participação do Grupo Encaixe</i>	62
3.4.6 <i>Aplicação do questionário final</i>	63
3.5 Descrição das etapas da pesquisa.....	63
3.5.1 <i>Etapa de Preparação e Planejamento</i>	65
3.5.2 <i>Intervenção 1: Assinatura de Termos, assentimentos e questionário inicial</i>	68
3.5.3 <i>Intervenção 2: Estudo do Artigo Original de Pesquisa (AOP)</i>	69
3.5.4 <i>Intervenção 3: Aula expositiva</i>	69
3.5.5 <i>Intervenção 4: Vídeo aula experimental sobre a síntese de biodiesel utilizando óleo residual</i>	72
3.5.6 <i>Intervenção 5: Participação do Projeto Encaixe</i>	73

3.5.6 Aplicação do Questionário final.....	75
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	76
4.1 Os conceitos adquiridos durante a aplicação da pesquisa.....	76
4.2 A percepção dos alunos sobre a participação do Grupo Encaixe em uma das etapas propostas no projeto.....	111
4.3 Elementos da abordagem CTSA captadas nas respostas dos alunos.....	113
5 CONCLUSÃO.....	115
6 REFERÊNCIAS.....	117
APÊNDICE A - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO.....	127
APÊNDICE B - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO AOS PAIS/ RESPONSÁVEIS.....	131
APÊNDICE C - PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP.....	135
APÊNDICE D - QUESTIONÁRIO DA AOP.....	139
APÊNDICE E – ROTEIRO DA AULA PRÁTICA.....	140

1 INTRODUÇÃO

A utilização de fontes de energia não renováveis como gasolina, diesel e gás natural, causam impactos significativos ao meio ambiente e também à saúde, a saber: aumentam as concentrações de gases do efeito estufa na atmosfera, o que entre outros, propicia uma elevação na temperatura terrestre; elevam a incidência de chuvas ácidas, o que ocasiona não só prejuízos ambientais mas também patrimoniais; liberam grande número de particulados, essas partículas quando aspiradas causam danos muitas vezes irreparáveis ao sistema respiratório (GUARIEIRO, 2011).

O biodiesel é uma fonte renovável de energia, alguns fatores o tornam atrativo do ponto de vista ambiental e econômico, por ser livre de moléculas de enxofre o biodiesel contribui significativamente para uma menor incidência de chuvas ácidas, fenômeno causado em grande parte pela queima de derivados fósseis como, gasolina e óleo diesel diminui a emissão de dióxido de carbono e material particulado na atmosfera. O valor econômico do biodiesel está diretamente ligado à diversidade de matéria-prima que podem ser utilizadas na sua produção, o que diminuiria a dependência econômica mundial, pelo mercado petrolífero (MOTA e MONTEIRO, 2013).

Em comparação ao diesel comercial podemos elencar ainda diversas vantagens do biodiesel, além dos citados anteriormente que são: a) livre de compostos aromáticos, não tóxico e biodegradável; b) é economicamente competitivo ao diesel, possuindo desempenho similar ao diesel e otimizando a vida útil do motor; c) as oleaginosas no processo de fotossíntese atuam capturando moléculas de CO₂, o que auxilia no balanço negativo gerado pela emissão da queima do biodiesel na atmosfera (NETO et al., 2000).

O biodiesel é um biocombustível limpo, renovável e biodegradável, podendo ser extraído de oleaginosas, gordura animal e estudos mais recentes demonstram que podem ser extraídos também de microalgas, o que demonstra o grande potencial que o biodiesel tem quando se trata de diversidade de matéria-prima. Com tantas qualidades, o biodiesel tem forte apelo ambiental, servindo como alternativa frente ao diesel comercial, que por sua vez causa danos irreversíveis ao nosso planeta (FRANCO et al., 2013).

O biodiesel é obtido através de uma reação de transesterificação que consiste basicamente na transformação dos triglicerídeos, cadeias de ácidos graxos ligados ao glicerol que são encontrados em oleaginosas, gorduras animais ou residuais (OGR), em ésteres com características que viabilizam sua utilização como combustível, isso lhe confere características

próximas ao do diesel podendo assim ser utilizado em veículos (MENEGETTI, MENEGETTI e BRITO 2013).

Fazendo um comparativo entre os anos de 2009 e 2018, o que contabiliza 10 anos de produção do biodiesel no Brasil, podemos verificar a evolução na produção desse biocombustível. Em 2009 foram produzidos cerca de 1,3 milhões de m³ de biodiesel derivado da oleaginosa, já em 2018 a produção foi de mais de 3,5 milhões de m³ de biodiesel de soja, vale destacar as matérias-primas mais utilizadas na sua produção: óleo de soja, gordura animal e óleo de algodão; comparando o produto mais utilizado para a produção do biodiesel, a soja (ANP, 2019).

Uma matéria-prima que merece destaque é o óleo de fritura, também conhecido como óleo residual é considerado um resíduo indesejável o que torna sua reciclagem vantajosa para o meio ambiente, retirando um material poluidor e o tornando viável para a produção de biocombustível, permitindo a geração de uma fonte de energia renovável como forte apelo ambiental (NETO et al., 2000).

Ainda hoje, grande parte da sociedade desconhece a importância da reciclagem correta do óleo de cozinha, alguns reconhecem que a reciclagem do óleo é possível, porém desconhecem os métodos utilizados para a reciclagem adequada e desconhecem também os malefícios causados quando esse óleo é descartado sem tratamento algum diretamente na pia (AZEVEDO et al., 2013).

O óleo descartado de maneira incorreta no ralo, tem como destino a rede de esgoto, fazendo dele agente poluidor, sendo que apenas um litro de óleo usado tem capacidade de poluir até vinte e cinco mil litros de água, tornando os impactos negativos causados principalmente a água um dos fatores primordiais para o descarte correto (OLIVEIRA, SUAREZ e SANTOS 2008).

A poluição ocasionada pelo despejo desse resíduo pode chegar a mares e rios o que ocasiona desequilíbrio na vida marinha por exemplo, o acúmulo de óleo residual nos esgotos domésticos a longo prazo acarreta a presença de massa graxa, o que causa entupimento da rede de esgoto e possivelmente um refluxo no qual esse material despejado retorna para as residências através da rede de esgoto. Dificulta o tratamento do esgoto pelas estações, que precisam de uma demanda maior de processo para tratar essa água e despejá-la da maneira correta, outro fator é a presença de animais e insetos indesejáveis atraídos pela massa graxa formada (NETO et al, 2000).

O biodiesel como ferramenta de ensino demonstra a importância de serem levados para sala de aula debates que envolvam a compreensão das tecnologias aplicadas na produção do

biodiesel, o impacto positivo na sua utilização, os impactos ambientais econômicos e sociais provenientes do descarte incorreto do óleo de cozinha residual, possibilitando inclusive a conscientização dos alunos quanto à importância da destinação correta dos resíduos. além de auxiliar na compreensão de conteúdos Química como a química orgânica (OLIVEIRA, SUAREZ E SANTOS, 2008).

Através desse cenário ambiental, com implicações sociais e tecnológicas que surge o questionamento, que configura a questão norteadora deste trabalho: como incorporar a abordagem CTSA no ensino de Química através de uma sequência didática que envolva a produção de biodiesel através de óleo residual, procurando tornar o processo de ensino desse conteúdo contextualizado, que promova um debate crítico acerca da temática socioambiental e corrobora para uma formação cidadã?

O ensino de química, aliado à educação ambiental, estimula no educando um pensamento crítico ambiental e social, adepto a percepção de como se deve agir frente aos recursos renováveis disponíveis no meio ambiente (SANTOS, 2007). Segundo Oliveira et al. (2016), a contextualização da Química com a educação ambiental, favorecem a compreensão dos fenômenos e conceitos da Química, além de uma maior receptividade à disciplina.

Nesse sentido, a formação cidadã proposta pela abordagem CTSA refere-se à participação de cada indivíduo como sendo crucial para a sociedade, para isso é essencial que ele disponha de informações inerentes ao seu contexto social, os quais demandam um posicionamento quanto às suas soluções (SANTOS e SCHNETZLER, 2015).

Para a efetiva participação na sociedade o cidadão deve conhecer como manusear de forma correta substâncias do seu dia a dia, bem como possuir visão crítica aos efeitos ambientais do emprego da Química em diversos setores e qual papel dessa ciência no desenvolvimento de tecnologias que auxiliem na resolução de problemas sociais (SANTOS e SCHNETZLER, 2015).

Tratando-se das evoluções proporcionadas principalmente pelo desenvolvimento da Química, desde o desenvolvimento nas indústrias alimentícia, de consumo etc., a visão errônea e tradicionalista de que mais desenvolvimento, traria apenas pontos positivos Palácios *et al.*, (2001, p. 120), colocam em uma simples equação que eles mesmos denominam de *modelo lineal de desarrollo* (modelo linear de desenvolvimento): + ciência = + tecnologia = + riqueza = + bem-estar social.

Essa visão clássica de que a ciência independe de aspectos ambientais e sociais para o seu desenvolvimento, perseguindo apenas seus objetivos se mantendo inerte a discussões

fundamentais para a o futuro de uma sociedade baseada em ações sustentáveis, criaram um mito em torno da ciência (PALÁCIOS et al., 2001).

É errado pensarmos que a ciência é superior a outros campos, é necessário uma visão que vai muito além de conjunto de regras e procedimentos, as abordagens baseadas em criatividade, elementos visuais e com uma forma de encontrar conexões entre as disciplinas para se estudar um tema de interesse com o objetivo de responder aos questionamentos levantados em sala de aula, criando um significado para a aprendizagem ajudam o aluno a se expressar e trazem resultados melhores (BRZEZINSKI e GOMES, 2017).

Santos e Mortimer (2000) demonstraram que estudos feitos no ramo da sociologia e filosofia que a ideia de “ciência pela ciência” mostrou-se ser inconcebível, prova disso são as consequências geradas pelas tecnologias empregadas na ciência causaram ao meio ambiente, ou seja, o desenvolvimento de tecnologias deve ser aliado ao desenvolvimento sustentável, visando o processo de transformação e reforço do presente e futuro do meio ambiente, a fim de que se possam atender as necessidades humanas sem prejudicar as novas gerações.

Assim surge a abordagem CTSA, corresponde a um grupo de estudo crítico frente a visão tradicionalista que a ciência possuía, tratando a de maneira inerente às implicações sociais e não na ciência como algo isolado, refletir, problematizar ações que envolvam o bem comum, descobrindo através de discussões as dimensões sociais e ambientais no campo científico-tecnológico (AULER e DELIZOICOV, 2001).

Com isso surge também o movimento que busca a educação científica de cada indivíduo a alfabetização científica e tecnológica (ACT), com finalidade de alfabetizar científica e tecnologicamente a sociedade, justificando que é necessário que as pessoas entendam e saibam se posicionar perante as mudanças do mundo moderno, a ACT defende a autonomia pessoal, democrática e embasada que possuem utilidade para a vida cotidiana e auxilia na participação social e nas decisões sobre assuntos de interesse público (CHASSOT, 2001).

Esse cenário todo contribui para as ações que o projeto defende como, a reciclagem, debate sobre mudanças climáticas, discussões que explorem os âmbitos científicos, tecnológicos, sociais e ambientais do uso do biodiesel e a utilização de metodologias que auxiliem os alunos a compreender o contexto em que ele está inserido, por isso a utilização da alfabetização científica e tecnológica na formação do técnico em química constitui fator positivo.

O trabalho em questão buscou alertar para os benefícios sociais e ambientais proporcionados pelo processo de obtenção do biodiesel por transesterificação a partir de óleos residuais de frituras por imersão, utilizando resíduos considerados indesejáveis na produção de

uma matriz energética renovável e ambientalmente menos prejudicial que as matrizes energéticas de origem fóssil, como é o caso do diesel comercial, derivado do petróleo.

Dessa forma, este trabalho tem como objetivo geral avaliar a importância da temática biodiesel no ensino de química aliada à educação ambiental, utilizando a abordagem CTSA. Com ênfase para os objetivos específicos, tem-se: promover uma discussão a respeito do uso de fontes de energia renováveis como matriz energética através do ensino contextualizado entre a Química e a Educação Ambiental com abordagem CTSA; Observar a importância da técnica de obtenção de biodiesel como uma ferramenta experimental nas aulas práticas; verificar a contribuição, por meio de testes, em análise qualitativa, da importância do enfoque biodiesel na abordagem CTSA.

O presente trabalho apresenta o referencial teórico que aborda no primeiro subtópico um contexto histórico sobre o biodiesel, bem como sua utilização como matriz energética essencial para os objetivos de um futuro sustentável, finalizando com a importância do óleo residual como matéria-prima para a produção de biodiesel. O tópico seguinte busca demonstrar a utilização de biodiesel no ensino de Química, contextualizando trabalhos publicados em periódicos que utilizam biodiesel como ferramenta de ensino. Nos tópicos seguintes falamos sobre Educação Ambiental discutindo a importância dessa disciplina nos currículos, a distinção entre CTS e CTSA e a escolha dos autores em utilizar o termo CTSA, finalizando o referencial teórico falando sobre ACT e sua utilização no ensino de Química.

Em seguida temos a seção que explica a metodologia utilizada, onde se optou por utilizar a pesquisa do tipo qualitativa, usando também como ferramenta o estudo de caso. A partir disso, esta pesquisa buscou explorar a implementação da abordagem CTSA, no ensino que envolve a técnica de obtenção do biodiesel de óleo de fritura, envolvendo uma sequência didática, que foi aplicada em uma turma de 40 alunos na disciplina curricular de Educação Ambiental de forma remota, no curso de Técnico em Química – Integrado no Instituto Federal de Educação, Ciência e tecnologia do Ceará – *Campus* Maracanaú, no segundo semestre de 2021, nos meses de junho e julho.

Buscou-se promover o debate voltada para as consequências que ações antrópicas, como o uso de energias não renováveis, ajudam na formação científico-tecnológica-social-ambiental dos futuros profissionais de Técnico em Química. Além disso, como as ações sugeridas poderão refletir em atitudes sustentáveis, opiniões com maior rigor científico nos estudantes, contribuindo para uma formação crítica cidadã relacionadas às atitudes elencadas na abordagem CTSA e, a longo prazo, que os pressupostos utilizados neste trabalho, refletem na profissão que será exercida pelos sujeitos da pesquisa.

Os encontros ocorreram de forma remota, contando com aulas síncronas e assíncronas, durante as aulas foram trabalhadas técnicas laboratoriais para síntese de biodiesel através de resíduo domiciliar nesse caso o óleo residual, artigos publicados na Revista Química Nova, também foi verificado os conhecimentos prévios e comparados aos conhecimentos adquiridos após a intervenção, através de testes contendo questões subjetivas, o que abordado na visão do CTSA poderá gerar um debate reflexivo sobre a reciclagem correta do óleo residual e todos os temas implícitos nessa atitude.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 O Biodiesel: contexto histórico, obtenção, utilização e matérias-primas

Em Paris, no ano de 1900, o renomado cientista Sir Rudolf Christian Karl Diesel, utiliza óleo vegetal para fazer o motor de um automóvel funcionar (SHAHID; JAMAL, 2011). Durante o período que compreende os anos 1930 e 1940, especialmente durante a Segunda Guerra Mundial, houve a utilização em caráter emergencial dos óleos vegetais como combustível, em substituição ao diesel (POUSA; SANTOS e SUAREZ, 2007).

Data de 31 de agosto de 1937 o primeiro conceito de Biodiesel, o pesquisador belga Charles George Chavanne, através da patente “*Procédé de transformation d’huiles végétales en vue de leur utilisation comme carburants*” (Procedimento para a transformação de óleos vegetais para uso como combustível) que visava a transformação de um óleo vegetal em ésteres metílicos e etílicos de ácidos graxos de cadeia longa, e sua utilização como combustível para motores de combustão interna (DABDOUB; BRONZEL e RAMPIN, 2009).

No Brasil, em 1980, a primeira patente de um processo de transesterificação foi descrita a partir do documento “Processo de produção de combustíveis a partir de frutos ou sementes de oleaginosas” Pi- 8007957. Nesse mesmo ano, através da resolução nº 7, do Conselho Nacional de Política Energética, instituiu o Programa Nacional de Produção de Óleos Vegetais para Fins Energéticos – PRÓ ÓLEO (POUSA; SANTOS e SUAREZ, 2007).

Em agosto de 1982 ocorreu a I Conferência Internacional sobre o uso de plantas e Óleos vegetais como combustíveis, em Fargo, Dakota do Norte. No momento diversos assuntos foram debatidos como as técnicas de seleção das sementes e extração dos óleos a partir delas para a produção do combustível, o desempenho desse combustível no motor e os custos finais empregados na sua produção (AMBAT; SRIVASTAVA e SILLANPÄÄ, 2018).

No ano de 1988 há o início do processo de produção do biodiesel na Europa, mais especificamente em dois países, na Áustria e na França, também nesse mesmo ano ocorre o primeiro registro da nomenclatura biodiesel na literatura, segundo Wang (1988).

Já no século XXI, no Brasil a lei 10.636, de 30 de dezembro de 2002, temos a criação do programa que visa a substituição gradual do diesel de petróleo, batizado Probiobiodiesel pelo Ministério da Ciência e Tecnologia. A ideia original era substituir parcialmente até 2005 todo o diesel consumido no Brasil por B5 (mistura de 5% biodiesel e 95% de diesel mineral) e, em quinze anos, por B20 (mistura de 20% de biodiesel ao diesel) (OLIVEIRA; SUAREZ e SANTOS, 2008).

No ano de 2004 foi desenvolvido pelo Governo Federal, o Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel (PNPB), que tinha como plano estratégico dois objetivos principais; o de buscar alternativas renováveis frente aos combustíveis fósseis e o de utilizar a agricultura familiar como principal fornecedora de matérias-primas para a produção de biocombustível. Como diretrizes o PNPB adotou as noções de sustentabilidade pautadas na inclusão social, econômica e ambiental como por exemplo, o programa estimula a participação social, garante preços competitivos e a produção de diferentes oleaginosas para a produção de biodiesel (COSTA; PEREIRA, 2020).

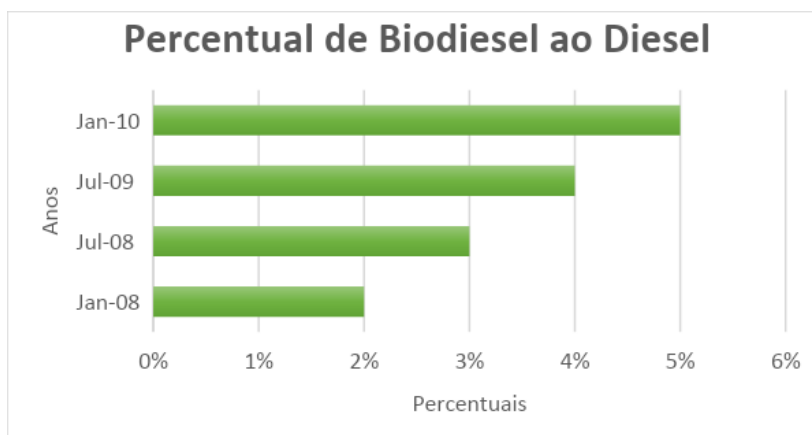
Em dezembro de 2005 através da lei 11.097, que insere o biodiesel na matriz energética brasileira alterando as sugestões feitas na lei 10.636 de 2002, a lei determina percentuais mínimos de biodiesel no diesel comercial, inicialmente incorporando o (B2) (mistura de 2% de biodiesel e 98% de diesel) em caráter autorizativo, ou seja, a mistura do biodiesel ao diesel não era obrigatória em território nacional. A lei também traz uma definição do que é o biodiesel, no Art. 6º XXV – Biodiesel: Biocombustível derivado de biomassa renovável para uso em motores a combustão interna com ignição por compressão ou, conforme regulamento para outro tipo de geração de energia, que possa substituir parcial ou totalmente combustível de origem fóssil” (BRASIL, 2005). Inauguração da primeira usina e posto revendedor de Biodiesel no Brasil (Belo Horizonte, MG) em 24 de março de 2005 (POUSA; SANTOS e SUAREZ, 2007).

Em 2008, a mistura (B2) passou a ser obrigatória em todo Brasil, na porcentagem de 2% o (B2), passando a (B3) em julho do mesmo ano (ANP, 2008).

Já em 2010, a partir da Resolução nº 6 de setembro, o Conselho Nacional de Política Energética (CNPE) elevou o percentual para 5% e o (B5) passou a ser obrigatório em território nacional, adiantando em três anos a meta estabelecida pela Lei nº 11.097 (CNPE, 2009).

Como justificativas para a antecipação do (B5) constavam a de que, com uma maior porcentagem de biodiesel sendo comercializada, as vantagens econômicas como: um aumento no valor agregado das matérias-primas oleaginosas de origem nacional; desenvolvimento da indústria nacional de bens e serviços; ampliação e geração de emprego e renda, com foco principalmente na agricultura familiar; sem contar as vantagens ambientais como: a redução das emissões de gases responsáveis pelo efeito estufa; e menor dependência da importação de diesel derivado de petróleo (CNPE, 2009). Os percentuais progressivos de adição do biodiesel ao diesel mineral em todo o território nacional a partir de 2008, ano que marca a obrigatoriedade da mistura dos dois combustíveis, até o ano de 2010 ano ocorre a antecipação de 3% v/v a mais nos 2% praticados até 2008, chegando a 5% de biodiesel misturado ao diesel, podemos verificar esse crescimento no gráfico 1.

Gráfico 1. Percentual de Biodiesel adicionado ao Diesel comercial entre os anos de 2008 e 2010.



Fonte: Adaptado de ANP (2010).

Já no ano de 2014 a adição obrigatória de biodiesel ao óleo diesel comercializado a partir de julho era de 6% (B6), chegando em novembro do mesmo ano ao (B7) 7% de biodiesel misturado ao diesel (BRASIL, 2014).

No início de 2017, conforme a Lei 13.263/2016 a porcentagem de biodiesel ao diesel passou a ser de 8% o (B8) (ANP, 2018). Nesse mesmo ano a resolução nº 23 aborda novos percentuais da mistura biodiesel/diesel, alterando as datas para todo início do mês de março de cada ano, como sendo o mês que deverão ser divulgados os percentuais adotados naquele período, a partir de 2017 (CNPE, 2017).

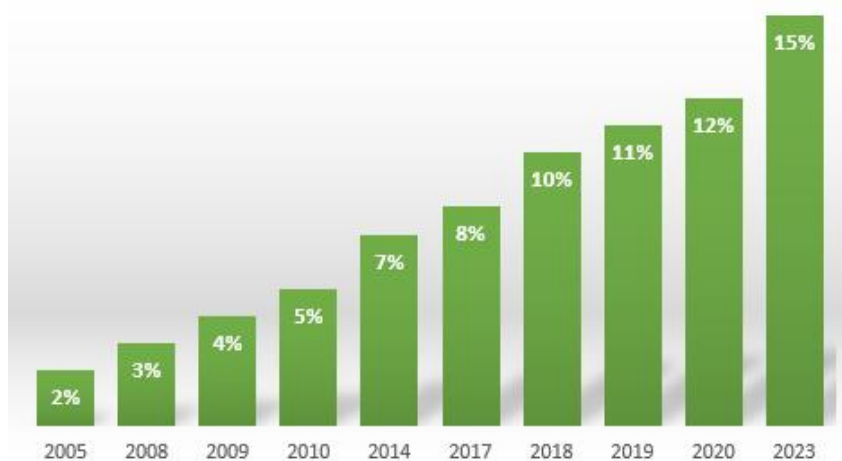
A resolução CNPE nº16/2018, desenvolveu um cronograma, apontando que o aumento do percentual de biodiesel na mistura com o diesel, deverá ser de 1% ao ano a partir do ano de 2019, chegando ao ano de 2023 com o valor de 15% em volume de biodiesel ao diesel o (B15) (CNPE, 2018).

A RANP nº 831, de 7 de outubro de 2020, altera o percentual de mistura biodiesel/diesel, autorizando a redução do percentual de biodiesel de 12% para 11%, a resolução visa a garantia do abastecimento interno de biodiesel, medidas temporárias de enfrentamento da emergência decorrente da Covid-19 (ANP, 2020).

Esses valores tiveram alteração em 1 de março de 2021 através da Resolução nº 839, diesel de origem fóssil passa a ter adição obrigatória de 13% de biodiesel, em substituição aos 12% em vigor desde março de 2020, ação já prevista na Resolução nº 16/2018 da CNPE, sendo praticado atualmente o (B13) (ANP, 2021).

A figura 1 resume os dados que foram discutidos neste tópico, demonstrando o percentual de biodiesel adicionado ao diesel de 2005 até a previsão estimada desse percentual da mistura biodiesel/diesel para o ano 2023.

Figura 1. Evolução do percentual de biodiesel misturado ao diesel de 2005 até a projeção para 2023.



Fonte: Adaptado de ANP, 2019.

Como foi discutido nos parágrafos anteriores, em 2005 o biodiesel foi introduzido na matriz energética brasileira, com uso voluntário, e em 2008, de maneira mandatória com proporção de 2%. Desde então, o teor de biodiesel no óleo diesel rodoviário vem sendo ampliado gradualmente até os atuais 13% (B13) em vigor, devendo chegar a 15% (B15) em 2023, conforme estabelecido pela resolução 16/2018 (CNPE, 2018).

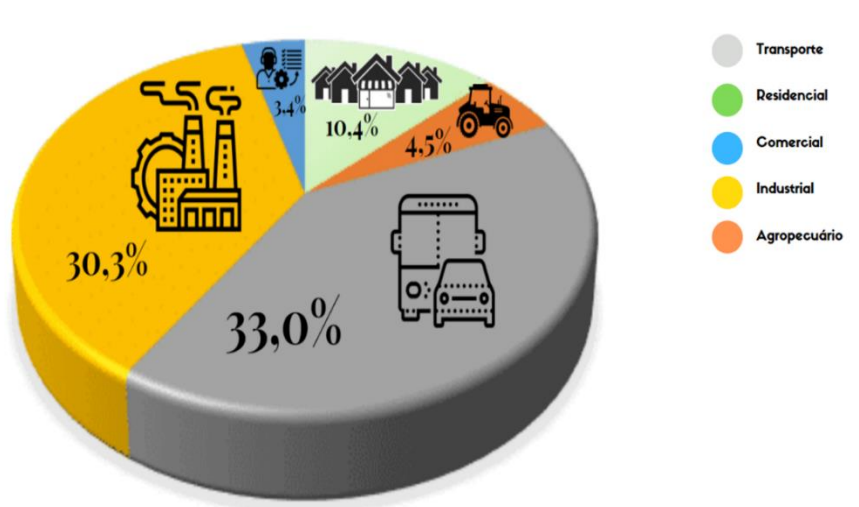
2.1.1 O Processo de Transesterificação do Biodiesel

Dado que atualmente quase 60% do consumo total de petróleo bruto no mundo é direcionado ao transporte, cuja demanda está aumentando a cada ano, a necessidade de um combustível alternativo não fóssil para o transporte parece ainda mais crucial. Um dos melhores candidatos é o biodiesel, já que os veículos com motor diesel poderiam usá-lo fazendo algumas modificações (AMBAT, SRIVASTAVA e SILLANPÄÄ, 2018).

Segundo dados da BNE (2020) atualmente o setor de transporte é o maior consumidor de energia no Brasil, o que corresponde a 33,04% do total do uso de energia no Brasil. No setor

de transporte estão inseridos os transportes rodoviários, ferroviários, aéreos e hidroviários, apesar de toda essa representatividade que o setor apresenta na demanda nacional de energia, grande parte do consumo vem de derivados fósseis como gás natural, óleo diesel, gasolina e querosene de avião, o óleo diesel sozinho representa 50,7% de todo consumo de combustível do setor (BNE, 2020). Como já se sabe o uso de derivados do petróleo prejudicam o meio ambiente e a queima dos combustíveis prejudicam também a nossa saúde (GUARIEIRO, 2011).

Figura 2. Ilustração do uso de energia no Brasil, por setores e sua porcentagem em utilização dessa energia.



Fonte: BNE, 2020.

Na figura 2 podemos destacar o setor do transporte, a partir disso podemos discutir as vantagens da utilização do biodiesel, principalmente nos meios de transporte; é um produto isento de contaminantes, com maiores estabilidades térmica e oxidativa, o que garante menos problemas no armazenamento e em sua utilização em motores diesel. Por isso, minimiza danos aos motores, como entupimento de filtros, bombas e bicos injetores, aumentando, na prática, a vida útil dos veículos e reduzindo o custo dos transportes. O diesel renovável também possui elevado número de cetano, o que melhora a qualidade da combustão no motor. Sua semelhança com o óleo diesel mineral significa que ele não apresenta problemas de incompatibilidade com as infraestruturas e motores de veículos já existentes (MISHRA et al., 2017).

Outro benefício importante está diretamente ligado a qualidade do ar, já que o diesel renovável é totalmente compatível com as tecnologias veiculares utilizadas em motores a diesel atualmente, não contendo contaminantes metálicos, especificamente essa vantagem ajuda na

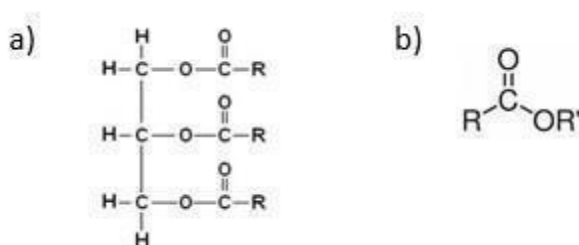
redução das emissões de poluentes locais, como o material particulado e óxidos de nitrogênio (SILVA e SANTOS, 2020).

O biodiesel engloba vários fatores de forma positiva em termos econômicos, sociais e ambientais, gera emprego e renda e diminui a importação do diesel; O processo mais utilizado na produção desse biocombustível é o de transesterificação, o qual nos aprofundaremos neste tópico do projeto (MOAZENI: CHEN; ZHANG, 2019).

O biodiesel pode ser obtido através de processos químicos, tais como, o craqueamento a esterificação e a transesterificação, o biodiesel pode ser produzido utilizando como matéria-prima óleos vegetais da categoria de óleos fixos, a categoria de óleos fixos estão os que nunca se evaporam ou volatilizam completamente em contato com o ar, diferente por exemplo dos óleos essenciais aqueles que, quando deixados em contato com o ar, desaparecem completamente por volatilização ou através dos triglicerídeos (PARENTE, 2003). Sobre os triglicerídeos e o processo de transesterificação, iremos detalhar melhor nos próximos parágrafos.

Os óleos vegetais e gorduras animais estão inseridas no grupo dos triglicerídeos (Figura 1a), que são compostos quimicamente classificados como fonte de gordura, os triglicerídeos são formados pela junção de ácidos graxos na forma de ésteres (Figura 1b), grupo funcional que possui como característica um grupo alcoxila ligado a uma carbonila (DABDOUB, BRONZE E RAMPIN, 2009).

Figura 3. (a) Estrutura molecular do triglicerídeo e (b) representação estrutural do grupo funcional éster.

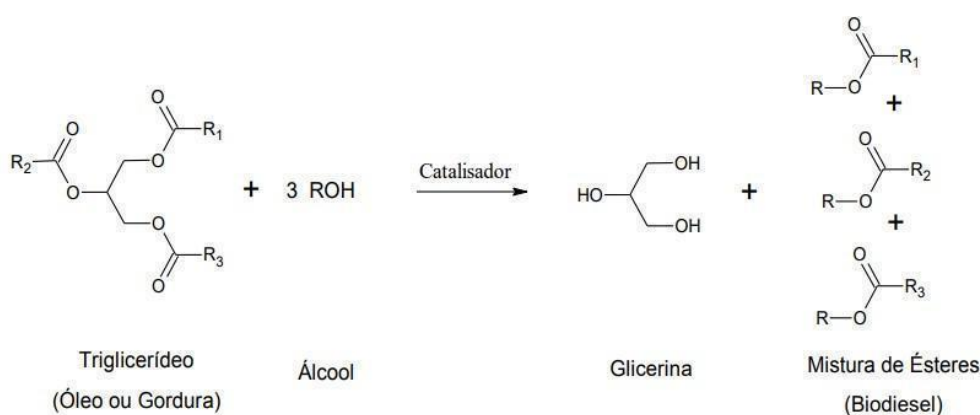


Fonte: Meneghetti, Meneghetti e Brito, 2013.

Os triglicerídeos (figura 3a), em sua forma original, não são indicados para utilização como combustível devido sua viscosidade e densidade, os óleos vegetais contêm um alto índice de compostos saturados e insaturados e moléculas de iodios, essas características fazem com

que haja um aumento na sua taxa de oxidação. a partir do processo de transesterificação (Figura 3b) há uma mudança nas características físico-químicas, possibilitando seu uso em motores a combustão, sendo classificado como biodiesel. O processo de transesterificação pode ocorrer por catálise básica ou catálise ácida, nesse processo o que acontece é a transformação de um éster de cadeia longa, em outro éster de cadeia menor (SHAHID e JAMAL, 2015).

Figura 4. Reação de Transesterificação através da troca de resíduo alcoxila tendo como agente catalisador o hidróxido de potássio.



Fonte: Santos e Pinto (2009).

A reação apresentada na figura 4 apresenta a equação geral que ocorre no processo de transesterificação. A primeira é a reação entre o álcool que pode ser metanol ou etanol, pensando em rendimento a preferência é pela utilização do monoálcool já que o etanol possui teor de água superior ao metanol, o que facilita na maior formação de glicerina como subproduto da reação, diminuindo o rendimento final de biodiesel, a reação posterior é do hidróxido de potássio, que é o agente catalisador, formando assim o biodiesel e o glicerol.

As reações ocorrem nas seguintes etapas: 1) primeiramente temos a reação da base em contato com o álcool, formando o alcóxido $\text{CH}_3\text{O}^-\text{K}^+$; 2) o alcóxido que é uma base conjugada, age como nucleófilo procurando um centro positivo para continuar a reação; 3) com a adição do óleo, nesse caso o óleo residual, o nucleófilo descrito reage com o triglicerídeo atacando o átomo de carbono do grupo carbonila formando um intermediário o diacilglicerídeo, ao término do processo de todas as reações intermediárias o que temos é a formação da glicerina e um novo éster o biodiesel (MENEGETTI, MENEGETTI e BRITO, 2013).

O processo de transesterificação torna-se vantajoso para a síntese de biodiesel, reestruturando algumas características físico-químicas em comparação com aquelas dos respectivos óleos vegetais de origem, a reação de transesterificação diminuiu o ponto de névoa

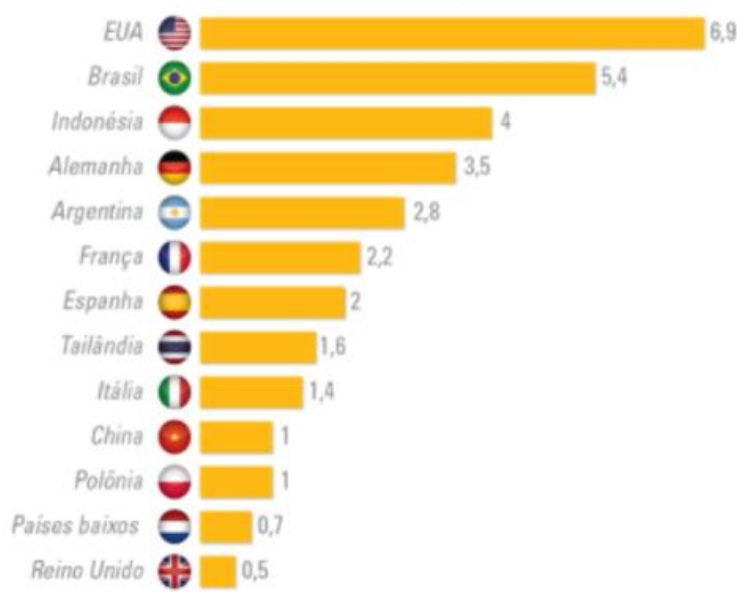
(temperatura na qual o líquido começa a ficar visualmente turvo, indicando o início da cristalização) do biocombustível, assim como sua densidade, cor, viscosidade e índice de cetano (NETO et al., 2000).

O uso do biodiesel em substituição ao óleo diesel comercial, está atrelada a diversas vantagens entre elas a possível diminuição das emissões de dióxido de carbono, proporcionando a redução da emissão de gases e partículas pelos veículos que são diretamente prejudiciais à saúde humana e ao meio ambiente, como o monóxido de carbono, enxofre, hidrocarbonetos aromáticos policíclicos (AMBAT, SRIVASTAVA e SILLANPÄÄ, 2018).

2.1.2 Posição do Brasil no mercado mundial de Produção do Biodiesel

O Brasil ocupa a segunda posição no ranking de maiores produtores de biodiesel do mundo, ficando atrás apenas dos Estados Unidos com uma diferença de 1,4 bilhões de litros produzidos entre os dois países (STATISTICA, 2019).

Figura 5. Produção de Biodiesel mundial, bilhões de litros produzidos no ano de 2018.

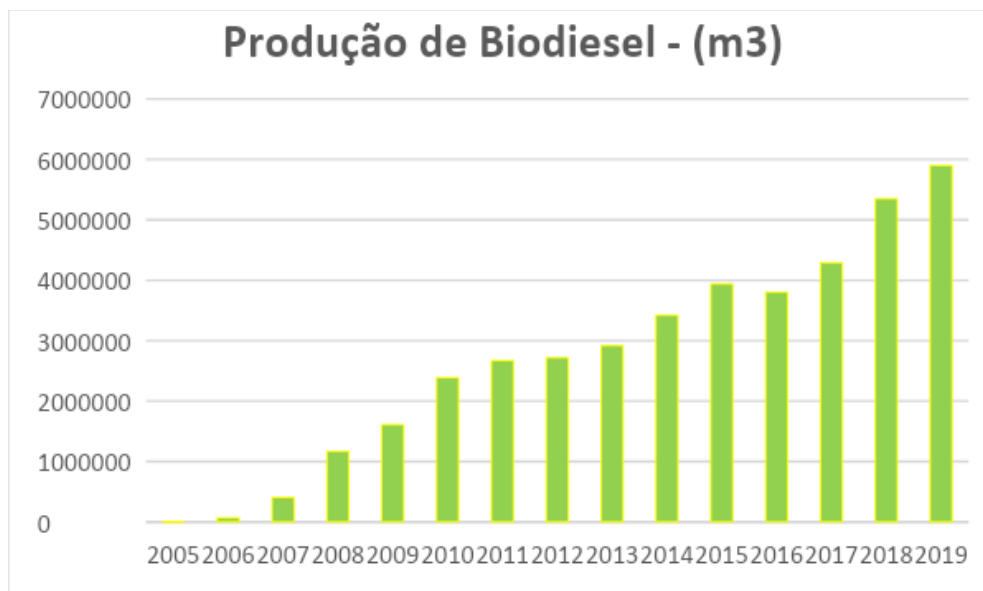


Fonte: Statistica, 2019.

Vale destacar importância da posição do Brasil no Ranking mundial (gráfico 2), o apelo ambiental que essa visibilidade traz para nosso país, porque alia o que se tem discutido em fóruns e congressos, voltados a discutir os impactos ambientais, as diminuições de liberação de gases do efeito estufa, a busca pela utilização majoritária ou total de fontes renováveis de

energia, tornam o país referência em termos de utilização de energias renováveis como matriz energética, seguindo também o que foi recomendado em documentos oficiais, como é caso do protocolo de Kyoto (COSTA; PEREIRA, 2020).

Gráfico 2. Evolução da produção de Biodiesel no Brasil (B100) de 2005 até 2019.



Fonte: ANP, 2019.

Tabela 1. Índices de produção de biodiesel (B100), por regiões de 2012 – 2019.

UF	PRODUÇÃO DE BIODIESEL (B100) – (M³)								2019/ 2018 (%)
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	
Brasil	2.717.483	2.917.488	3.419.838	3.9937.269	3.801.339	4.291.294	5.350.036	5.901.104	10,30
Norte	78.654	62.239	84.581	66.225	38.958	7.821	101.339	108.208	6,85
Nordeste	293.573	278.379	233.176	314.717	304.605	290.945	376.338	454.326	20,72
Sudeste	255.733	261.373	270.891	295.436	254.259	334.058	457.702	499.875	9,21
Sul	926.611	1.132.405	1.358.949	1.512.484	1.556.690	1.762.185	2.198.946	2.396.868	9,00
Centro-Oeste	1.162.913	1.183.092	1.472.242	1.748.407	1.646.828	1.896.284	2.215.712	2.441.756	10,20

Fonte: ANP, 2020.

Na Tabela 1 podemos verificar um aumento de 10,30% na produção de biodiesel no Brasil no ano de 2019 quando comparados ao ano anterior. Estão registrados aumentos em todas as regiões: Norte de 6,9%, Nordeste de 20,72%, Sudeste de 9,2%, Sul de 9% e Centro-Oeste com 10,2%. A região Centro-Oeste permaneceu como a maior produtora nacional de biodiesel, sendo produzidos somente no ano de 2019 um volume aproximado de 2,4 milhões de m³, seguido pela região Sul com uma produção final de pouco menos de 2,4 milhões de m³ (ANP, 2020).

Embora o Centro-Oeste seja a região de destaque na produção do biocombustível, o estado com a maior produção de biodiesel no Brasil é o Rio Grande do Sul, dos 2,39 milhões de m³ no ano de 2019 produzidos na região sul, o estado foi responsável por cerca de 1,6 milhões de m³, o que em termos percentuais equivale a 27,2% do total nacional, apresentando um aumento de 8,6% na produção se comparado ao ano anterior (ANP, 2020).

Mato Grosso é o estado que ocupa a segunda posição da produção de biodiesel nacional, produzindo um volume de 1,2 milhões de m³, o que equivale a 20,9% do total nacional, tendo aumento de 8,8% da sua produção comparados ao ano de 2018 (ANP, 2020).

O que podemos concluir é que a produção brasileira do biodiesel cresce significativamente, e não de maneira obstatante e sim um crescimento progressivo, a cada ano percebemos um aumento, o que faz com o Brasil se mantenha como um dos países que mais produz biodiesel no mundo.

2.1.3 Principais matérias-primas utilizadas na produção de Biodiesel no Brasil

Uma das primeiras contribuições da utilização de biomassa, nesse caso o óleo vegetal em motores a diesel, é a do cientista Rudolf Diesel, durante uma exibição em Paris 1900, ele demonstrou a eficácia na utilização do óleo de amendoim em um motor de ignição, fazendo o automóvel funcionar durante horas (SHAHID; JAMAL, 2011).

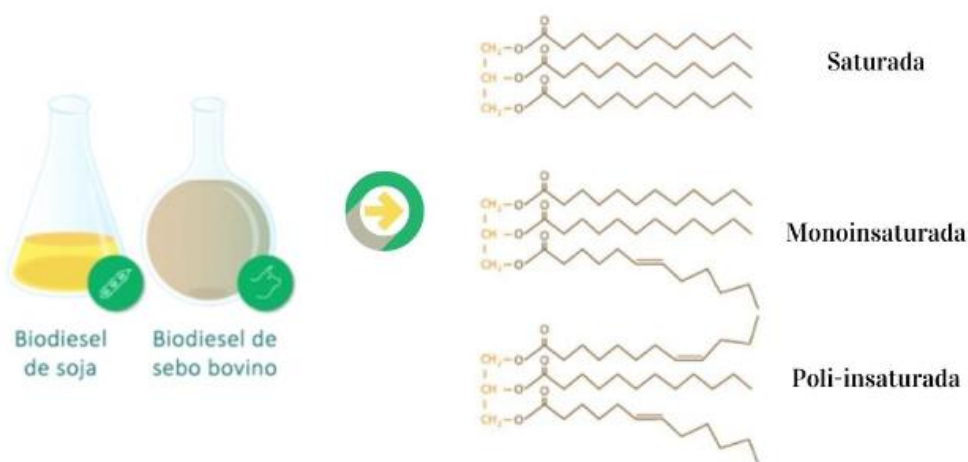
Atualmente mais de 300 matérias-primas, foram estudadas como possíveis candidatas para servir de biomassa na produção de biodiesel, os estudos muitas vezes têm como base aspectos financeiros, como na sua viabilidade econômica os investimentos necessários no uso de tecnologias que será empregado para as diferentes biomassas e referente a sua disponibilidade (MISHRA et al., 2017).

As pesquisas em sua maioria focam no processo de transesterificação desses materiais, para posteriormente a isso determinar as propriedades físico-químicas do biodiesel. É essencial avaliar a estrutura química envolvida na matéria-prima que será utilizada, seja ela, óleo ou

gordura pois dependendo do tipo de interação entre as moléculas de carbono da cadeia, o resultado que é a síntese do biocombustível, apresentará diferentes características, então esse conhecimento prévio dos óleos, é muito mais importante que o processo de transesterificação (DABDOUB; BRONZE e RAMPIN, 2009).

Na Figura 6 podemos visualizar os três tipos de cadeia carbônica e fazer um comparativo entre as vantagens e desvantagens da presença desses ácidos graxos na produção de biodiesel.

Figura 6. Composição Química do biodiesel vegetal e animal.



Fonte: Adaptado de AMBAT; SRIVASTAVA; SILLANPÄÄ, 2018.

Na figura 6 podemos verificar também o biodiesel de sebo bovino, essa matéria-prima é constituída de cadeias saturadas o que lhe configura em temperatura ambiente, que ele solidifique muito rápido, o que prejudica sua atuação nos motores a diesel, já que o motor necessita de certa fluidez para o funcionamento. Também é possível visualizar o biodiesel de soja, como exemplo da classe dos biocombustíveis derivados de plantas, apresenta sua estrutura carbônica insaturada, o que para o ponto de vista da fluidez necessária para o bom funcionamento do motor, seria adequada, assim como os poli-insaturados, de qual os óleos vegetais também fazem parte, porém, se considerarmos o problemas de oxidação (é a interferência do contato do oxigênio atmosférico, com o produto) as cadeias que apresentam grande grau de insaturação e os poli-insaturados apresentam grande tendência em sofrer oxidação, o que interfere em vários aspectos negativos para sua utilização, sendo o desejado é que haja uma mistura com predominância de moléculas carbônicas monoinsaturados e saturados (PATTANAIK; MISRA, 2017)).

Os óleos são líquidos em condições ambientes, pois são derivados de ácidos graxos insaturados, ou seja, nesse caso sua cadeia apresenta ligações duplas entre os carbonos, como

por exemplo os óleos vegetais: óleo de soja, óleo de milho, óleo de girassol, óleo de babaçu etc. Já as gorduras são sólidas e diferentemente dos óleos, são derivadas de ácidos graxos saturados, do qual fazem parte desse grupo: banha de porco, sebo de vaca etc. (DABDOUB, BRONZE e RAMPIN, 2009).

A presença de teores elevados de ácidos graxos com 4 ou mais insaturações no óleo resultará em uma tendência muito elevada a se oxidarem. Em função disso, os parâmetros de qualidade do biodiesel, o indicado é que se tenha os teores de ácido linolênico (ácidos graxos com alto grau de insaturação) limitados a no máximo 12% e poli-insaturados com mais de 4 duplas ligações a no máximo 1%. Por essa ocorrência temos um fator que limita o uso de certas matérias-primas para a produção de um biodiesel com a qualidade exigida. Um exemplo de óleo inapropriado é o de alguns peixes marinhos que contêm elevados teores de ácidos graxos ômega-3 poli-insaturados e algumas plantas também apresentam problemas nesse sentido, como é o caso da *Swietenia mahagoni* de origem indiana e uma planta mais familiar é a seringueira o óleo extraído das suas sementes também apresenta essas características, contendo ácidos graxos poliinsaturadas (MAHMUDUL et al., 2017).

É possível perceber, portanto, que a análise da composição química da matéria-prima, diz muito da qualidade do biodiesel que será produzido, o que infere nas possibilidades de utilização e no uso de determinada biomassa.

O biodiesel pode ser obtido a partir de várias matérias-primas, algumas como algas, óleos vegetais, gorduras animais, podemos classificá-las em fontes tradicionais como óleos comestíveis, fontes não comestíveis e outras fontes como óleos de cozinha usados ou gordura animal (AMBAT; SRIVASTAVA e SILLANPÄÄ, 2018).

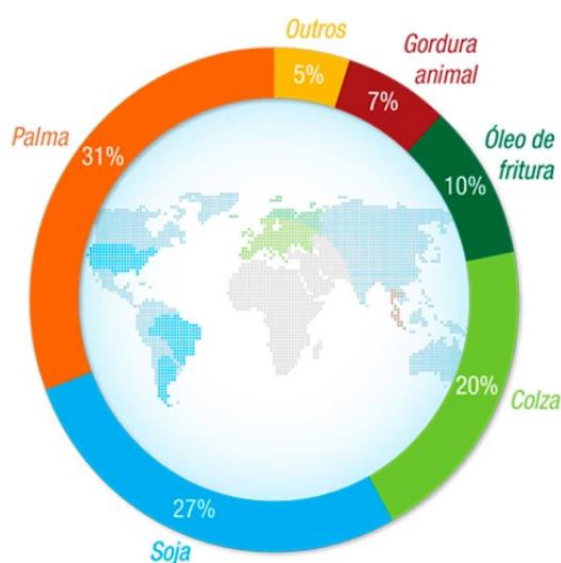
No grupo dos óleos comestíveis podemos listar: óleo de soja, óleo de girassol, óleo de colza, óleo de amendoim, óleo de canola, óleo de palma e óleo de coco. Fazem parte do grupo das fontes não comestíveis: óleo de jatropha, óleo de stilingia, óleo de karanja, óleo de nim, óleo de linhaça e óleo de semente de seringueira. Entre resíduos e outras matérias-primas estão incluídas: gordura de carneiro, gordura de frango, óleo de algas, óleo de cozinha residual, óleo microbianos, óleo das vísceras de peixes, óleo da borra do café etc. (AMBAT; SRIVASTAVA e SILLANPÄÄ, 2018).

Leva-se em consideração também a escolha da matéria-prima para a produção de biodiesel, podemos destacar: domínio tecnológico, escala de produção e logística. Em alguns países, podemos ver a questão da adaptabilidade da espécie, por exemplo a soja é muito utilizada em países como o Brasil, os Estados Unidos e a Argentina, em países Asiáticos como

Tailândia e Malásia a fonte mais utilizada para a produção de biodiesel é o óleo de palma, na Europa é utilizada a colza (UFOP, 2019).

A figura 7 mostra a porcentagem das matérias-primas utilizadas no mundo, destacando algumas regiões do globo, e o interessante é frisar que a matéria-prima mais utilizada segundo a UFOP (2019) é o óleo de Palma com 31% do biodiesel produzido entre as regiões destacadas, seguido da soja que ocupa a segunda posição com 27% da sua utilização como fonte para o biodiesel.

Figura 7. Distribuição mundial de matérias-primas utilizadas na produção de biodiesel.



Fonte: Adaptado de UFOP, 2019.

A principais matérias-primas utilizadas atualmente no Brasil estão inseridas na figura 8 com os dados da ANP (2020) comparados aos dados da ANP (2019), podemos verificar uma re colocação de posição no ranking, entre a gordura animal¹ e outras matérias-primas², a gordura animal passou de segunda colocação em 2018 para a terceira principal fonte para a síntese de biodiesel, lembrando que nos referimos ao (B100).

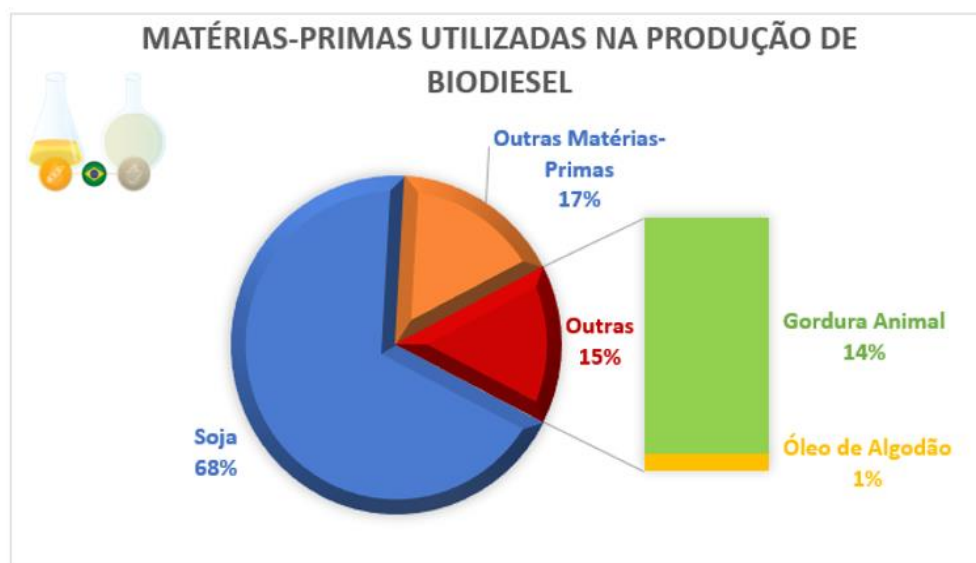
Observando a figura 8 podemos verificar que a soja continua sendo a principal matéria-prima para a produção do (B100), sendo responsável por 68% do total produzido no Brasil, mostrando um aumento comparado ao ano anterior, numa taxa de 9% a mais que no ano de 2018. A segunda maior quantidade utilizada na produção do biodiesel é o de outros materiais

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

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

que inclui diversos tipos de óleos vegetais comestíveis e não comestíveis que é o caso do óleo de fritura e outros tipos de materiais graxos, esse grupo alcançou o percentual de 17% do total, comparado a 2018 teve um aumento de 31,5% na produção em 2019, seguida de gordura bovina com 14,1% ocupando a terceira posição e por último temos o óleo de algodão com 1,1% (ANP, 2020).

Figura 8. Matérias-primas utilizadas na produção de Biodiesel segundo o Anuário Estatístico de 2020.



Fonte: ANP, 2020.

No entanto, podemos listar algumas desvantagens da utilização de alguns grupos que são utilizados como matérias-primas na produção de biodiesel, a priori é muito cara para competir com os combustíveis derivados do petróleo, o que em grande parte se deve ao fato do valor dos custos das matérias-primas. Além disso, a matéria-prima do biodiesel não pode competir com a agricultura, o que gera uma desvantagem dos combustíveis à base de óleo comestível. Outro candidato a produzir óleo são as algas, que requerem grande quantidade de água e a tecnologia empregada em todo processo da sua transformação para biodiesel são caras. As gorduras animais também não são grandes candidatas devido ao alto teor de ácidos graxos saturados que impõe dificuldade durante a transesterificação. Até na glicerina produzida como subproduto da conversão de gorduras animais em combustível existem problemas, considerada glicerina de baixa qualidade que traz muito pouca receita para as usinas de biodiesel em comparação com a glicerina de alta qualidade que pode ser vendida a um preço alto (MOZENI;CHEN;ZHANG, 2019).

Portanto, o melhor candidato ambientalmente falando, porque retira do meio ambiente um resíduo não desejável, barato de produzir, alta demanda no mercado é bastante fácil de processar é o óleo de fritura (SILVA; SANTOS, 2020).

Uma comparação entre os ácidos graxos presentes no óleo residual e os óleos de soja, óleo de algodão, óleo de palma, óleo de coco e o óleo de canola, MOAZENI, CHEN e ZHANG (2019) determinaram o óleo residual como sendo o de melhor características para ser utilizado na produção de biodiesel, oferecendo maior teor de ácidos graxos.

Em razão da farta disponibilidade do óleo de fritura, pois é bastante utilizado em quase todos os domicílios, essa matéria-prima apresenta grande potencial para ser mais explorada na utilização da obtenção do biodiesel, outra vantagem é a de inclusive a possibilidade de ser obtido de forma gratuita, o que nos leva ao desenvolvimento de uma eficiente rede de coleta e distribuição desse resíduo, o que pode gerar políticas públicas por parte do governo. A glicerina gerada como derivada do biodiesel também poderia ser comercializada, agregando ainda mais valor a essa cadeia de produção (NETO, 2000).

2.2 Biodiesel no Ensino de Química

Uma das pesquisas pioneiras que buscou contribuir para a utilização do biodiesel como ferramenta de ensino para a exploração dos conceitos químicos aliados ao contexto social contemporâneo, foram de Clarke et. al (2006), os autores propõem uma prática laboratorial utilizando óleos vegetais de soja, girassol e milho para a produção de biodiesel em escala laboratorial, e a observação da viscosidade do biocombustível, os autores apontam ainda que na literatura já se utiliza o padrão de viscosidade do biodiesel em aulas de química, porém sem levantar questões inerentes a essa característica como impossibilidades da troca total do diesel pelo biodiesel, o que levaria o aluno a entender a ligação entre o experimento e o comércio de biocombustíveis por exemplo. Os autores ressaltam que:

[...] conforme explica Clarke et. al (2006), ao discorrer sobre: “Existem muitos experimentos na literatura que envolvem o uso da viscosidade, mas poucos se concentram no uso da viscosidade para responder a perguntas do mundo real. Nesta prática, os alunos usam a viscosidade para entender um fator importante que limita a implementação de biodiesel em larga escala, solidificando a baixa temperatura. Os alunos não recebem uma receita de livro de receitas para sintetizar o biocombustível, mas, em vez disso, espera-se que usem a literatura primária para desenvolver um caminho sintético. Esta prática baseada em perguntas aprimora o aprendizado dos alunos, promovendo o pensamento crítico e criativo” (Clarke et. al, 2006, p. 257, tradução do autor).

Para Clarke et al. (2006) o experimento em laboratório de química utilizando óleo comercial e residual, instigar no aluno a curiosidade, quando é usado em práticas, fontes renováveis de energia para a elaboração de matrizes energéticas levando o aluno a refletir sobre a utilidade da química no dia a dia, promove a criticidade já que o biodiesel possui apelo crítico social muito forte, pois dá aos resíduos destino favorável a preservação ambiental sendo utilizado na produção do biocombustível.

Para Geris et al. (2007) a produção de biodiesel nas aulas práticas de Química Orgânica, possui como um dos pontos positivos a motivação que os alunos demonstram, ao utilizarem materiais de fácil acesso, proporcionar um descarte ideal para o óleo residual e com isso obter um biocombustível renovável, esse sendo um dos primeiros trabalhos a utilizarem o biodiesel como ferramenta de ensino aprendizagem nas disciplinas de Química, discute ainda que a intervenção aguçou a curiosidade dos alunos, em debater sobre os conceitos de insumos, rejeitos e resíduos.

Outro trabalho que utilizou o biodiesel a partir de óleo residual foi o de Azevedo et al. (2013), que buscou aliar a abordagem CTS na intenção de proporcionar debates sobre temáticas como: aquecimento global, efeito estufa, poluição, descarte incorreto do óleo e reciclagem, não deixando de lado os conhecimentos químicos, promovendo melhor entendimento de conteúdos sobre: energia de ativação, reações orgânicas, velocidade da reação e o princípio de Le Chatelier.

A maioria dos trabalhos disponíveis na literatura recomendam o uso de óleo de soja ou óleo residual como matéria-prima para a produção de biodiesel, isso deve-se muito ao fato priorizar a reciclagem de resíduos evitando acúmulos de rejeitos, como proposta para as práticas nas aulas de Química, é o que ocorre nos trabalhos de GERIS et al. (2007); AZEVEDO et al. (2013); THAIYASUIT et al. (2012).

Porém é interessante também demonstrarmos a diversidade de matérias-primas renováveis com potencial para produção de biodiesel, nessa perspectiva de demonstrar diferentes fontes primárias utilizadas na produção desse biocombustível, discutiremos a seguir alguns trabalhos disponíveis na literatura.

Para o processo de transesterificação Pinheiro et al. (2018) usaram coco e soja, a escolha dos dois produtos levou em consideração a posição do Brasil nos rankings de produção de biodiesel usando essas duas fontes como biomassa, o que leva os participantes da pesquisa a entenderem o status da produção de biocombustíveis a nível mundial. O trabalho mostrou para os alunos da graduação uma maneira diferenciada de síntese de biodiesel que é o da utilização do micro-ondas o que otimiza o tempo da reação.

Outra vantagem que o biodiesel possui é a diversidade de matérias-primas que podem ser utilizadas para sua obtenção, é o que demonstra Oliveira e colaboradores (2013) que elaboraram uma atividade prática para as aulas laboratoriais de Síntese Orgânica utilizando óleos e gorduras diversificados, as matérias-primas utilizadas foram: uva, soja, arroz, canola, milho, girassol, amendoim, oliva, palma, pequi, banha e sebo; a atividade ajudou a demonstrar as características de cada um dos biodieseis produzidos por cada fonte citada, a relação molar, o rendimento que cada um apresentou durante a reação, demonstrando entre outros a importância do triglicerídeo que será utilizado na síntese do biodiesel.

Vale destacar que as contribuições dos autores se estendem também a testes que comprovem que realmente ocorreu a reação de transesterificação, o produto final das práticas utilizou diversas técnicas como: a ressonância magnética nuclear (RMN-H) que serve para determinar a estrutura de compostos orgânicos, sendo assim as quantidades de moléculas e as insaturações demonstram nessa técnica a diferença entre a matéria-prima utilizada e o produto obtido; as técnicas de cromatografia (técnica analítica que visa entre outros a caracterização das substâncias presentes na solução), nesse caso foram usadas as cromatografia gasosa (CG) proposta por Oliveira et. al (2013) e em camada delgada (CCD) proposta por Geris et. al (2007); também foram utilizados métodos mais simples com materiais menos sofisticados de análise do biodiesel, como a viscosidade, teste de chama entre outros, que só intensificam a facilidade dessa experiência e a importância dessa prática nas aulas de Química Orgânica.

Sobre a glicerina, produto formado durante o processo de transesterificação, sendo obtido como produto final dessa reação juntamente com o biodiesel, Riatto et al. (2015) sugere a utilização do craqueamento da glicerina como experimento nas aulas de química orgânica, indicando vários processos que podem ser utilizados, na verificação molecular dessa glicerina produzida durante a produção de biodiesel, elucidando algumas características físico-químicas, como ponto de fusão, características físico-químicas entre outros, enfatizando os valores científicos, sociais, ambientais que essa prática pode trazer, essa prática também ajuda a diminuir a quantidade de rejeitos que serão despejados após a aula prática.

Para Cabral et al. (2019), ter domínio dos conteúdos de Química é apenas um dos critérios para a formação efetiva do profissional em Química. A leitura, a escrita e a interpretação de textos científicos deve ser mais uma especificidade que este profissional deve possuir. Para demonstrar a importância que a comunicação científica tem para os alunos da graduação, os autores propuseram uma apresentação oral. Para isso, levaram em conta toda a trajetória que é percorrida para uma EO ser realizada, desenvolvendo habilidades exigidas para esse tipo de produção.

Segundo Cabral et al. (2019) uma Exposição Oral deve seguir os seguintes aspectos:

1) Abertura: momento de apresentação do expositor aos espectadores. Pode ser realizada pela introdução por parte de uma terceira pessoa e nem sempre recebe a devida atenção em situações de ensino; 2) Introdução ao tema: tem por objetivo despertar o interesse/atenção/curiosidade dos ouvintes; 3) Apresentação do plano: demonstra as etapas de planejamento realizadas pelo expositor, para além da enumeração de ideias ou tópicos, de modo que é possível verificar se a sequência proposta por ele é adequada; 4) Desenvolvimento e encadeamento dos diferentes temas: corresponde aos tópicos enumerados previamente na apresentação do plano; 5) Recapitulação e síntese: possibilita retomar os pontos importantes da EO e representa a transição entre o desenvolvimento e as fases de finalização; 6) Conclusão: conduz à “mensagem final”, que pode conter uma introdução a novos problemas gerados a partir da EO ou iniciar um debate; 7) Encerramento: assemelha-se à abertura e inclui agradecimentos ao auditório. Pode conter situações de interação distintas das ocorridas na etapa de desenvolvimento, por meio de intervenções do mediador ou dos espectadores (CABRAL et al., 2019, p. 222).

Todas essas pesquisas citadas reforçam a importância do uso da abordagem CTSA no Ensino de Química e a utilização do biodiesel como ferramenta de aprendizagem. Nesse caso no contexto escolar pois articula assuntos como: funções orgânicas, reações orgânicas e o destaque para as moléculas orgânicas como os ácidos graxos, biomoléculas essenciais para os seres vivos (GERIS et al. 2007). O que propicia o uso de metodologias que auxiliam no ensino contextualizado de química orgânica (SANTOS E MORTIMER, 2000).

A abordagem científica que a química orgânica possui, a produção de biodiesel que envolve o uso de tecnologias e a reutilização do óleo de descarte para produção do biodiesel com apelo social e ambiental, demonstram a importância da Química orgânica pautada em CTSA.

Os trabalhos citados buscam uma aprendizagem dos conteúdos de Química Orgânica que seja baseado em aliar o conhecimento empírico, com o conhecimento de problemas atuais, aquele em que o indivíduo visualiza o que é estudado com situações do seu cotidiano, a produção de biodiesel feita pelos autores ressalta a importância da utilização de biocombustíveis a fim de amenizar os impactos negativos causados pelo uso excessivo de combustíveis de origem fóssil Motta & Monteiro (2013). Desde as contribuições de Parente (2003), que demonstrou que o processo de transesterificação de ácidos graxos é possível em diferentes fontes de óleos e gorduras, a utilização de diversas fontes para obtenção de biodiesel tem ganhado cada vez mais destaque, como podemos perceber nos trabalhos até aqui, no Ensino de Química a procura por aliar o conteúdo das aulas práticas com várias fontes de obtenção do biodiesel, propicia uma melhora no ensino.

2.3 A abordagem CTSA no ensino de Química

Para abertura deste capítulo é necessária uma discussão com relação à utilização dos termos CTS ou CTSA. O uso dessas siglas foi investigado por Luz et al. (2019), os autores chegaram à conclusão de que elas foram utilizadas em diferentes contextos, destacados a seguir:

- como sinônimo: quando para o autor ambas possuem o mesmo significado, podendo ser utilizado tanto CTS quanto CTSA, sem prejudicar o sentido, sendo que quando pretende enfatizar o meio ambiente o faz pela troca do CTS por CTSA;
- como complemento: o autor utiliza por exemplo o termo CTSA quando quer enfatizar discussões ambientais em complemento a abordagem CTS;
- CTSA como uma evolução de CTS: utilizado quando se deseja ressignificar o termo CTS, mostrando a contribuição que questões ambientais trouxeram para o aprimoramento do CTS;
- De maneira não problemática: não são explicitadas diferenças ou semelhanças no uso das denominações CTS e CTSA, nem justificativas de filiação a uma ou outra nomenclatura.

Para Ivernizzi e Fraga (2007) o movimento CTS tem como acréscimo a letra “A”, a partir da adaptação do movimento CTS ao Ensino de Ciências formando assim a sigla CTSA, como um resgate da importância da Educação Ambiental para debates científicos e tecnológicos inerentes à sociedade.

Neste trabalho optamos pela utilização do termo CTSA, já que na literatura as contribuições de muitos pesquisadores entendem que o acréscimo da letra “A” a sigla CTS acha necessário adjetivar e dar destaque a sigla que confere a ambiente (VILCHES *et al.*, 2011; LOUREIRO, 2009; SANTOS, 2007).

O aumento na qualidade de vida se deve muito ao avanço tecnológico da Química como, por exemplo, a melhoria da atividade agrícola, o que reflete na produção de alimentos de maior qualidade, os avanços na medicina, auxiliando no desenvolvimento de novas técnicas de diagnósticos, na produção de fármacos, como os da indústria de produtos naturais e nos medicamentos de um modo geral (SANTOS E SCHNETZLER, 2014).

Para Santos (2011), os avanços no ramo da Química devem ser pensados na mesma proporção que os impactos que o uso excessivo e descontrolado de materiais contribuem negativamente para a poluição do meio ambiente. O uso da Química no nosso dia a dia vai

desde a utilização de produtos químicos para fins domésticos até como um parâmetro geopolítico mostrando o desenvolvimento dos países.

Assim podemos dizer que apesar de a Química ter contribuído de forma significativa para o aumento da qualidade de vida e ter gerado empregos e desenvolvimento econômico, o modelo de desenvolvimento tecnológico mundial em um processo de globalização vem aumentando a concentração de renda e a desigualdade social[...] (Santos, 2011, p. 301)

Nesse aspecto é papel do professor de Química estimular debates, trazer situações problemas voltados a esse contexto mundial, instigando o aluno a uma atitude cidadã, é dever inseri-lo ao contexto atual, fazendo-o refletir sobre sua atuação frente a ações que permeiam o desenvolvimento sustentável (SANTOS e SCHNETZLER, 2014).

Em contraponto ao ensino tradicionalista, que prezava pela memorização de fórmulas e uma aprendizagem mecânica, surge o movimento Ciência, Tecnologia, Sociedade (CTS), que hoje é apresentado também como CTSA, dando ênfase ao estudo do ambiente, que antes estava implícito. A abordagem CTSA se apresenta como uma forma de aliar os conteúdos de ciências em consonância com os aspectos sociais, ambientais e tecnológicos, desmistificando o ensino isolado das disciplinas, ou seja, uma formação crítico-científico-tecnológico (SANTOS e MORTIMER, 2000).

Segundo Santos e Mortimer (2000), a abordagem CTSA nos currículos apareceu na década de 1970, pautando o ensino de ciências a uma abordagem inter-relacionada com os aspectos sociais. O que levou a criação destes currículos foi a necessidade de formar cidadãos alfabetizados cientificamente. O progresso industrial elevou o poderio econômico de uns, visto a pobreza de outros, causando impactos no campo social, econômico e político. Ao discutir sobre tais situações, chegou-se à conclusão de que é necessário que o indivíduo tenha acesso às discussões que abordem temas de seu interesse, daí surge a necessidade de promover um elo entre o ensino de ciências e uma abordagem CTSA.

Será por meio da discussão desses valores que contribuimos na formação de cidadãos críticos comprometidos com a sociedade. As pessoas, por exemplo, lidam diariamente com dezenas de produtos químicos e têm que decidir qual devem consumir e como fazê-lo. Essa decisão poderia ser tomada levando-se em conta não só a eficiência dos produtos para os fins que se desejam, mas também os seus efeitos sobre a saúde, os seus efeitos ambientais, o seu valor econômico, as questões éticas relacionadas a sua produção e comercialização (SANTOS E MORTIMER, 2000, p. 114)

Teixeira (2003) destaca, como um dos seus pressupostos, que o processo de ensino deve ser mediado entre prática social e ferramentas que auxiliem a compreensão do aluno, como

parte integrante do que está sendo estudado. O autor utiliza a pedagogia histórico-crítica com uma relação ao movimento CTSA, e apresenta um paralelo que existe entre uma e outra.

A pedagogia histórico-crítica, entre outros aspectos, estuda como inserir o contexto social e econômico no ensino, o que também pode se dizer das pretensões da abordagem CTSA, que utiliza como ponto de partida e de chegada a formação para a cidadania. Sendo assim, as duas, tanto pedagogia histórico-crítica quanto o CTSA, permitem transmitir os conteúdos clássicos, de maneira que os conceitos e definições empíricas não sejam o centro do processo de ensino, mas sim que sejam levantados problemas de interesse social como base para a aprendizagem (TEIXEIRA, 2003).

O Quadro 1. apresenta o planejamento que pode ser feito quando se utiliza uma metodologia voltada a abordagem CTSA, segundo Aikenhead (1990).

Quadro 1. Sequência de planejamento utilizando a abordagem CTSA.

1. Questão social a ser abordada	1. A formação científica para a melhora da prática cidadã
2. Uma tecnologia relacionada ao tema	2. Produção de biodiesel em laboratório ou com materiais alternativos – apresentação inicial.
3. O conteúdo científico a ser trabalhado	3. Reações orgânicas – transesterificação
4. A tecnologia é estudada em função dos conteúdos	4. Produção de biodiesel – retomando a análise de acordo com os dados levantados
5. Retomada da questão social	6. Rediscussão dos temas levantados, a partir dos estudos e das implicações sociais / econômicas / políticas / culturais

Fonte: modelo idealizado por Aikenhead (1990).

A sequência proposta por Aikenhead (1990) serve como modelo para pesquisadores que pretendam utilizar a abordagem CTSA, é interessante a observação da sequência sugerida pelo autor, pois a época que foi proposta década de 90, no Brasil havia pouco conhecimento da abordagem CTSA, o que geram dúvidas nos profissionais que pretendiam utilizá-lo em sala de aula. O autor demonstra como um planejamento pode ser feito seguindo esse modelo para a abordagem CTSA, serve de auxílio para os educadores, que devem partir do princípio de planejar a questão social que será abordada, finalizando o planejamento com a retomada da questão social levantada no primeiro momento.

A Base Nacional Comum Curricular - BNCC, estipula ao educando competências e habilidades que devem ser desenvolvidas durante o ensino básico, preparando-os para a vida antes, durante e depois da escola. Todo cidadão tem o direito de opinar, saber escolher e decidir em prol comum e de si próprio. Mas, para ter a capacidade de exercer seus direitos e deveres, o indivíduo deve ter seus conhecimentos bem fundamentados (BRASIL, 2019).

No trabalho os autores discutem a trajetória de elaboração da BNCC, Brzezinski e Gomes (2017) refletiram sobre os objetivos que os conteúdos deveriam ter e concluíram que a realidade social deve estar inferida diretamente aos aspectos educacionais.

[...] os conteúdos e objetos de aprendizagem abordados por professores e discentes em todas as escolas do país, influenciando aspectos da educação, tais como formação de professores, elaboração de materiais e as avaliações nos sistemas nacionais. Conclusões ainda incipientes das ações do Estado para a elaboração da BNCC nesse triênio da história educacional brasileira se dão conta de que os tempos da política, ou os interesses dos políticos, estão em constante descompasso com a realidade social, apesar de sustentados na legislação vigente. Há ações com atrasos de décadas e até séculos e outras com aqodamento em horas, dias e meses, expondo-se a críticas quanto ao seu ritmo e formato. O uso das novas tecnologias da informação e comunicação pode viabilizar a participação popular na constituição da BNCC. Se a seleção é inevitável, visto que nenhum currículo abarca todos os conhecimentos cientificamente e socialmente validados, os parâmetros de escolha tornam-se centrais (BRZEZINSKI E GOMES, 2017, p. 2)

Para Marcondes (2018), que em seu artigo relata a trajetória de elaboração de duas versões da BNCC, a de 2015 e 2016, diz que o ensino de ciências da natureza no ensino médio, foi um grande desafio, pois o público alvo do ensino médio é de alunos jovens e adultos e acredita-se que nessa fase da vida, já são capazes de tomar decisões, possuem acesso a mídia sociais que estão constantemente levando grande número de informações aos usuários; para esses alunos administrarem de maneira responsável toda informação que chega até eles e tomar decisões baseados em fatos concretos é necessário procurar desenvolver postura crítica que relaciona entre a ciência, a tecnologia e a sociedade, por isso os conteúdos abordados nos currículos foram elaborados com ênfase em levar os processos históricos e sociais para perto da realidade do aluno, fazendo com que ele compreenda, de que maneira se dá a abordagem de cada campo do conhecimento.

Não se trata de simplificar currículos, reduzindo conteúdos, mas sim de ressignificá-los socialmente, de forma que possam ser agentes de transformação social em um processo de educação problematizadora que resgate o papel da formação da cidadania. Buscar a vinculação, portanto, dos conteúdos científicos com temas CTSA de relevância social e abrir espaço em sala de aula para debates de questões sociocientíficos são ações fundamentais no sentido do desenvolvimento de uma educação crítica (SANTOS, 2007, p. 10).

2.4 A alfabetização científica

Segundo Robles, Chavéz e Ballesteros (2015) o termo Alfabetização Científica (AC) foi utilizado a primeira vez por Paul Hurd, no final da década de 50 na intenção de demonstrar quais seriam as finalidades da educação científica, para os autores as definições de anos atrás para AC foram modificadas, isso é algo bastante normal já que com o passar do tempo a tendência é a de aprimorar mais ainda alguns conceitos.

Ao falarmos em educação científica são inúmeras as contribuições na literatura, entre os diversos pesquisadores vale destacar que alguns utilizam o termo “Alfabetização Científica” (AC) (CHASSOT 2000 e 2003; BRANDI e GURGEL, 2002) já outros autores utilizam a expressão “Letramento Científico” (MAMEDE e ZIMMERMANN, 2007; SANTOS e MORTIMER, 2001). Alguns autores se referem à “Alfabetização Científica e Tecnológica” (ACT) (FOUREZ, 2005; AULER e DELIZOICOV, 2001). Essa maneira de ensinar Ciências atrelando aos currículos os saberes que vão além do empirismo que ela necessita, independente do termo utilizado, o que podemos concluir desses estudos é a importância que essas pesquisas trazem para o ensino, as contribuições valiosas que debates ao redor desse tema trazem para o ensino.

Para Chassot (2003), a alfabetização científica deve perpassar todos os níveis de ensino, não apenas o ensino básico, mas ir além e atingir estudantes de graduação e pós-graduação. Como fica explícito no trecho abaixo:

Como fazer uma alfabetização científica? Parece que se fará uma alfabetização científica quando o ensino da ciência, em qualquer nível – e, ousadamente, inclui o ensino superior, e ainda, não sem parecer audacioso, a pós-graduação –, contribuir para a compreensão de conhecimentos, procedimentos e valores que permitam aos estudantes tomar decisões e perceber tanto as muitas utilidades da ciência e suas aplicações na melhora da qualidade de vida, quanto às limitações e consequências negativas de seu desenvolvimento (CHASSOT 2003, p. 99).

Sobre as modificações e questões históricas da AC, Robles et al. (2015) apresentam em sua pesquisa um histórico sobre AC até chegarmos as definições que temos dela nos dias atuais, os pesquisadores relatam em seu trabalho desde antes da incorporação da ciência na educação formal, que data de períodos anteriores a 1945, indo para os anos de 1948 a 1956, período que marca a incorporação da ciência nos processos educacionais, em seguida os autores retratam os anos de 1957 a 1984, período de grandes transformações para a AC, finalmente chegando aos

anos de 1985 até 2015, descrevendo o papel da AC nas últimas décadas, que vai desde a sua não inclusão na educação formal, até chegar a visão de que a AC é algo primordial para a sociedade.

Depois de entendermos melhor a visão de alguns pesquisadores sobre a AC e traçarmos uma breve linha do tempo, agora podemos responder o seguinte questionamento: mas afinal o que é AC?

Dizer do que se trata AC não é das tarefas mais fáceis, é desafiador considerar apenas um conceito ou uma finalidade, pois diversos trabalhos nessa área foram produzidos e cada um deles contribui de um modo diferente, para entendermos melhor as características que remontam a uma definição do que é AC, discutiremos alguns dos trabalhos mais importantes na área (SASSERON, 2015).

Para Fourez (2005) em seu livro intitulado “Alfabetización Científica y Tecnológica: acerca de las finalidades de la enseñanza de las ciencias”, a Alfabetização Científica e Tecnológica, busca formar cidadãos que entendam a relação do conhecimento científico e suas tecnologias com situações do seu cotidiano, e que utilize esse conhecimento para ocupar o papel de seres ativos nos processos que envolvam tomada de decisões, potencializando um comportamento comprometido com a sociedade. Tornar-se um ser crítico é afastar-se do saber que muitas vezes é baseado no senso comum é uma das finalidades da ACT.

A finalidade da ACT perpassa a vontade de divulgar a ciência e seus estudos, a divulgação científica, os conhecimentos científicos são bases para os objetivos que a ACT pretende alcançar, mas também se configura como base a busca em capacitar os cidadãos embasados cientificamente.

Em seu livro Fourez (2005) nos informa o que considera como objetivo em uma ACT:

[...] o objetivo de uma A.C.T é divulgar conhecimento suficiente na população para que as decisões dos técnicos possam ser suficientemente compreendidas e controladas democraticamente. Trata-se de conceder responsabilidades à sociedade ou, em qualquer caso, chegar a uma situação em que os cidadãos não experimentam um sentimento de impotência tão grande em comparação com as ciências e tecnologias, e com tudo que eu relaciono com eles. (FOUREZ, 2005, p.23 e 24, tradução nossa)

Segundo Hazen e Trefil (1995, p. 12) os autores conceituam AC como sendo o “conhecimento necessário para entender os debates públicos sobre as questões de ciência e tecnologia”. Este conceito envolve um conjunto de fatores que vão desde o vocabulário a conceitos de história e filosofia que estão atrelados ao conhecimento científico. Assim constatamos o quanto o conceito de Alfabetização Científica permanece ainda amplo em

relação aos significados aos quais é atribuído, uma vez que o campo de investigação desse método de ensinar ainda passa por diversas modificações.

Para Chassot (2003, p. 30), “ser alfabetizado cientificamente é saber ler a linguagem em que está escrita a natureza”, na visão do autor a Ciência passa a ser uma linguagem construída pelos humanos para explicar o mundo natural. Onde o critério é que após ser alfabetizado cientificamente o indivíduo compreenda a necessidade de transformação do mundo e o faça de maneira consciente.

A AC para Gil-Pérez e Vilches (2006) é necessária para: aproximar a Ciência dos cidadãos, não somente educandos, o que restringe a utilização da AC apenas para sala de aula, mas para os cidadãos de um modo geral; orientar o Ensino de Ciências também para os futuros cientistas, os profissionais da área tendo o contato com a AC passa a planejar como transmitir seu conhecimento, com uma metodologia que alie a Ciência com o uso da AC; modificar a visão errônea da Ciência frequentemente aceitas e difundidas, muito pela visão antiquada da maneira de ensinar tecnicista; e tornar possível a aprendizagem significativa de conceitos.

Diante de todos trabalhos aqui levantados, das discussões acerca da AC no Ensino de Ciências, podemos dizer que a AC é responsável por desenvolver no indivíduo uma capacidade de leitura, capacidade de buscar informações em fontes confiáveis, de forma a analisá-las criticamente e selecioná-las; capacidade de aprender, criar, formular, ao invés de simplesmente reproduzir o que foi memorizado, no intuito de tornar o cidadão consciente, crítico e com aptidão a escolher melhor o que acha melhor para si e para o mundo em que está inserido, capaz de refletir em suas ações e poder compreender o mundo, favorecendo a compreensão dos avanços nos ramos científico-tecnológico, bem como suas limitações, implicações e consequências, tanto para as relações sociais quanto para o meio ambiente.

2.5 Educação Ambiental

2.5.1 breve histórico da educação ambiental

Um dos grandes desafios da contemporaneidade é o de aliar práticas sustentáveis com o grande avanço tecnológico que veio após a segunda guerra. O desenvolvimento de tecnologias que auxiliem no dia a dia do indivíduo a muito foi vista com bons olhos pela maioria, que apenas enxergava os benefícios, sem se preocupar com os impactos que práticas pouco sustentáveis poderiam ocasionar ao meio ambiente (SANTOS, 2011).

A Química está diretamente relacionada com a produção de novas tecnologias. É a partir dessa ciência que são desenvolvidos materiais que contribuirão em vários setores como o da alimentação, o de fármacos e de eletrônicos, no caso das pilhas e baterias de uso doméstico armazenam elementos químicos, muitos desses classificados como metais pesados, como por exemplo: cádmio, chumbo e mercúrio, os riscos ambientais tanto quanto para os seres vivos que esses materiais causam quando descartados de maneira indevida, servem de alerta para uma conscientização do descarte de pilhas e baterias de forma correta, levando a discussão de uma educação que articule os conteúdos de Química com a prática cidadã (ARRIGO, ALEXANDRE e ASSAI, 2018).

A problematização acerca das grandes transformações que o avanço na tecnologia e na ciência sofreram em tão pouco tempo, e as consequências do uso indiscriminado de produtos químicos ao meio ambiente, tem como marco o livro “Primavera Silenciosa”, nele a bióloga norte-americana Rachel Carson relata os danos que o uso de agrotóxicos e pesticidas causam aos seres vivos, com a desculpa de que protegia a agricultura e plantações de infestações, esses materiais químicos como o DDT por exemplo Carson (1962).

Foram utilizados sem que houvesse precauções ao seu uso e estudos aprofundados relacionados aos efeitos danosos do seu uso exagerado, como efeito contrário traz consequências a fauna e a flora que possam vir a ter contato com tais produtos químicos, não fosse suficiente os riscos a biodiversidade, os malefícios também são sentidos diretamente pelo ser humano, que sem saber ingerida em grandes concentrações produtos considerados tóxicos ao organismo, a exposição demasiada a substâncias químicas tóxicas pode acarretar doenças como o câncer e várias outras doenças degenerativas (NETO, 2017).

Na década de 70, posteriormente à publicação do livro de Rachel Carson, o meio científico viu-se em meio a urgência que o momento pedia, sobre mudanças na maneira de lidar com a ciência e a tecnologia sem que esta perpetua se futuramente os danos causados para o planeta (FELDMANN, 1997).

Nas últimas cinco décadas, a Educação Ambiental (EA) começou a ganhar importância mundial. No plano internacional, a EA começa a ser objeto de discussão de políticas públicas. Neste sentido, podemos destacar conferências e congressos que marcaram os rumos da Educação Ambiental como objeto de estudo das ciências, procurando estabelecer uma ligação entre cidadania e desenvolvimento: em 1972, ocorreu a I Conferência Internacional sobre Meio Ambiente, realizada em Estocolmo, Suécia; em Belgrado (extinta Iugoslávia) aconteceu o Seminário Internacional Educação Ambiental, o documento final elaborado durante esse seminário ficou conhecido como Carta de Belgrado, 1975; na América Latina, em Chosica,

Peru e Bogotá 1976; em 1977, foi tema da I Conferência Intergovernamental de Tbilisi, capital da Geórgia (ex-União Soviética); em Moscou, em 1987; Após 20 anos ocorreu uma II Conferência, em Tessalônica, Grécia, sendo todos os encontros promovidos pela Organização das Nações Unidas (ONU). Em cada uma dessas conferências, discutiu-se sobre problemas ambientais, em busca de soluções e compromissos de mudanças de comportamentos, visando a formação de uma definição sobre EA (RAMOS, 1996).

A problemática ambiental é uma das principais preocupações da sociedade moderna, desencadeando, por isso, uma série de iniciativas no sentido de reverter a situação atual de consequências danosas à vida na terra. Uma dessas iniciativas é a Educação Ambiental que as instituições de educação básica estão procurando implementar, na busca da formação de cidadãos conscientes e comprometidos com as principais preocupações da sociedade (SERRANO, 2003).

Já mencionada anteriormente, a Conferência Intergovernamental de Tbilisi merece destaque pois tem como um de seus objetivos traçar medidas para que a EA seja colocada nos conteúdos vistos pelos alunos, inseridos de forma contextualizada no seu cotidiano, o documento é primordial para os profissionais da educação que buscam aliar a EA em suas práticas pedagógicas e educacionais, este serve como referencial para os pesquisadores (RUA e SOUZA, 2010).

Os autores Rua e Sousa (2010) colocam em destaque também a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento (Rio 92) conhecida como Cúpula da Terra, onde foi elaborado um tratado cuja finalidade entre outras, era a de elevar a importância da Educação Ambiental, a fim de desenvolver uma sociedade sustentável e responsável pela preservação dos recursos naturais do nosso planeta. Procurando analisar as mudanças que ocorreram desde a Conferência de Estocolmo realizadas no início do ano de 1972, até aquela data junho de 1992, traçando um paralelo do tempo percorrido entre um evento e outro, a Cúpula da Terra procurou estabelecer condutas ambientais favoráveis ao processo a cada país discutindo e refletindo sobre o desenvolvimento sustentável a países economicamente desenvolvidos e criação de novas instituições de apoio ambiental (NASCIMENTO et al. 2014).

Outra grande conferência que merece destaque na discussão sobre desenvolvimentos sustentável é a de 2002 em Joanesburgo, a Cúpula Mundial buscou através dos “três pilares” – dimensões ambientais, econômicas e sociais, fortalecer o conceito de desenvolvimentos sustentável e elevar a cooperação entre os países, reafirmando os preceitos discutidos durante a Cúpula da Terra e reavaliar as dificuldades da implementação das metas estabelecidas no Rio em 92 (LAGO, 2013).

2.5.2 a educação ambiental na legislação brasileira

Guimarães (1995) afirma que no Brasil a EA encontrava-se em estágio embrionário na década de 70, dentre outros fatores, devido a influência da ditadura que vigorava no país, pois nesse período não era permitida a liberdade de expressão e a formação de movimentos. Na década de 80, com a mudança para um regime político mais democrático, passou a haver maior envolvimento da sociedade nessa questão.

No Brasil, a EA passa a se fundamentar na legislação desde 1973, como atribuição da primeira Secretaria Especial do Meio Ambiente (SEMA). Mas somente nas décadas de 80 e 90, com todo o avanço e disseminação da consciência ambiental é que passa a se tornar mais conhecida (RAMOS, 1996). Principais políticas públicas para EA no Brasil desde os anos 80: 1984 Criação do Programa Nacional de Educação Ambiental (Pronea). 1988 Inclusão da EA como direito de todos e dever do Estado no capítulo de meio ambiente da constituição. 1992 Criação dos Núcleos de Educação Ambiental pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama) e dos Centros de Educação Ambiental pelo Ministério da Educação (MEC). 1994 Criação do Programa Nacional de Educação Ambiental (Pronea) pelo MEC e pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA). 1997 Elaboração dos Parâmetros Curriculares definidos pela Secretaria de Ensino Fundamental do MEC, em que “meio ambiente” é incluído como um dos temas transversais. ovação da Política Nacional de EA pela Lei 9.795. 2001 Implementação do Programa Parâmetro em Ação: meio ambiente na escola, pelo MEC. Regulamentação da Política Nacional de EA (Lei 9. 9795) pelo Decreto 4.281. Criação do Órgão Gestor da Política de EA reunindo MEC E MMA (CARVALHO, 2017).

Em 1992, o Brasil se destaca quanto à EA com a organização da Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento (Unced) 92, no Rio de Janeiro 21(ECO 92), o que proporcionou o debate do tema em nível nacional. Nessa ocasião, as ONGs e todos os movimentos sociais mundiais formularam o Tratado de Educação Ambiental para a Sociedade Sustentável, cuja principal importância foi definir o marco político para o projeto pedagógico da EA.

De volta ao Rio de Janeiro, em 2012 ocorreu a Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável, mais conhecida como Rio+20, tendo como um dos objetivos a problematização do conceito atual de sustentabilidade (LAGO, 2012).

Segundo o autor, o Brasil tem papel de destaque nas discussões que envolvam o cenário ambiental e o desenvolvimento sustentável, sobre isso afirma que:

O Brasil, tradicionalmente um dos países mais atuantes dentro do sistema das Nações Unidas, ocupou posição de particular importância nas discussões sobre meio ambiente e desenvolvimento sustentável desde o primeiro momento. Ao mesmo tempo, a questão do meio ambiente transformou-se em um dos temas que maior interesse levanta com relação ao Brasil no mundo, principalmente nos países desenvolvidos (LAGO, 2012, p. 17).

Guimarães (1995) chama a atenção para os conflitos e a falta de esclarecimento acerca da EA entre muitos professores nessa época. Segundo esse autor, a expressão “educação ambiental” se massificou, e seu significado ficou pouco claro entre educadores e, principalmente, entre a população em geral, sendo muitas vezes confundido com o ensino de ecologia (GUIMARÃES, 1995, p. 26).

Em 27 de abril de 1999 a educação ambiental tornou-se lei mediante a promulgação da lei nº 9.795 – Lei da Educação Ambiental –, que no artigo 2º afirma: "A educação ambiental é um componente essencial e permanente da educação nacional, devendo estar presente, de forma articulada, em todos os níveis e modalidades do processo educativo, em caráter formal e não formal" (MEC, 2003).

Essa breve trajetória histórica da EA no Brasil destaca que ela constitui uma proposta pedagógica concebida ao reconhecimento da importância que a Educação ambiental tem diante do contexto atual da sociedade.

2.5.3 A Educação Ambiental na BNCC e sua interdisciplinaridade

Sobre a temática ambiental em sala de aula, aliada às ciências da natureza, os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) e as Diretrizes Curriculares Nacionais – DCNs, trata de temas contemporâneos e transversais e entre elas encontra-se a Educação Ambiental em uma das macros áreas a de Meio Ambiente, no qual podemos ler:

As orientações, presentes nas DCNs e nos demais normativos da Educação Básica, apontam para a obrigatoriedade de as escolas trabalharem juntamente com conteúdo científicos e das áreas de conhecimentos específicas, os Temas Contemporâneos de maneira interdisciplinar e transdisciplinarmente, fazendo associações e conduzam à reflexão sobre questões da vida cidadã. Portanto, observa-se a valorização e relevância da abordagem de assuntos de cunho social (BRASIL, 2019, p. 10)

A EA deve ser trabalhada de maneira interdisciplinar e não como mais uma disciplina. Carvalho (2017) também defende que, no plano pedagógico, a EA tem-se caracterizado pela crítica à compartimentalização do conhecimento em disciplinas. O Educador deve ter

consciência sobre como despertar a educação ambiental nos seus alunos, pois não se enquadra induzi-los mecanicamente o conhecimento e certos comportamentos; vai mais além, trata-se da consciência, da transformação de valores, sensibilizando o aluno para o mundo que o cerca.

No trabalho de conscientização é preciso estar claro que conscientizar não é simplesmente transmitir valores “verdes” do educador para o educando; essa é a lógica da educação “tradicional”; é, na verdade, possibilitar ao educando questionar criticamente os valores estabelecidos pela sociedade, assim como os valores do próprio educador que está trabalhando em sua conscientização. (GUIMARÃES, 1995, p. 31).

Zeppone (1999) chama atenção para que a importância de que a EA não venha a ser abordada isoladamente: “é importante frisar de início que a educação ambiental não deve ser considerada como uma disciplina; o interesse em se trabalhar as questões do meio ambiente deve estar presente em todos os aspectos do ensino, e estar ligado a todos os aspectos da vida” (ZEPPONE, 1999, p. 28).

Se a EA for transmitida na escola de maneira mecânica, apenas como conteúdos, está se tornando sem significado. Portanto, é necessário envolver o aluno com aspectos, problemas de sua realidade, necessidade e interesse.

A interdisciplinaridade, por sua vez, não pretende a unificação dos saberes, mas deseja a abertura de um espaço de mediação entre conhecimentos e articulação de saberes, no qual as disciplinas estejam em situação de mútua coordenação e cooperação, construindo um marco conceitual e metodológico comum para a compreensão de realidades complexas. (CARVALHO, 2017, p. 121).

A interdisciplinaridade rompe com a fragmentação da realidade, oferece uma nova postura diante do conhecimento, uma mudança de atitude em busca do contexto do conhecimento, em busca do ser como pessoa integral. A interdisciplinaridade visa garantir a construção de um conhecimento globalizante, Luck (1994) afirma:

Interdisciplinaridade é o processo que envolve a integração e engajamento de educadores, num trabalho conjunto, de interação das disciplinas do currículo escolar entre si e com a realidade, de modo a superar a fragmentação do ensino, objetivando a formação integral dos alunos, a fim de que possam exercer criticamente a cidadania, mediante uma visão global de mundo e serem capazes de enfrentar os problemas complexos, amplos e globais da realidade atual. (LUCK, 1994, p. 64).

A EA é abordada em muitos casos, de forma separada dos conteúdos curriculares, por exemplo quando há datas comemorativas como dia da árvore, dia da Terra, dia do meio ambiente e outras que tentam demonstrar que cada indivíduo deve se manter alerta aos problemas de contaminação, degradação e tentar ao máximo agir de maneira a conservar a

biodiversidade e outras precauções a fim de proteger o meio ambiente, ainda assim a EA de fato não parece estar de fato associada aos conteúdos, de maneira que isso ocorre não interdisciplinarmente, é o que diz Copello (2006):

Entendemos que a EA se apresenta como “uma faca ou uma navalha” que, algumas vezes, “atravessa” com sua “lâmina afiada” o currículo da escola tradicional. Ela se faz presente em determinadas datas, tais como “Semana do Meio Ambiente”, “Dia da Árvore”, “Dia do índio”, na forma de campanhas ou projetos isolados (organização de uma horta e campanhas de recolhimento seletivo do lixo) (COPELLO, 2006, p. 99).

A autora aponta a forma equivocada de tentar inserir EA na escola, é necessário desenvolver atitude e consciência interdisciplinar. Para que a aprendizagem se torne significativa com sentidos interligados ao mundo, proporcionando maior compreensão da realidade e facilitando o processo de formação de atitudes. É notável que o desenvolvimento do trabalho pedagógico interdisciplinar nas escolas contribui bastante para a EA, mas é preciso também formação de atitudes, pois, mais do que perceber a realidade, ter consciência dos riscos, dos problemas que o cerca, é necessário que a aprendizagem leve o aluno a atitude de ação, a visão de mundo ativa e não passiva (COPELLO, 2006).

De acordo com Carvalho (2017): Muitas vezes, as atividades de EA ensinam o que fazer e como fazer certo, transmitindo uma série de procedimentos ambientalmente corretos. Mas isso nem sempre garante a formação de uma atitude ecológica, isto é, de um sistema de valores sobre como relacionar-se com o ambiente, sistema que será internalizado como uma visão de mundo orientadora dos posicionamentos do sujeito na escola e em outros espaços e circunstâncias de sua vida.

As reflexões de como devemos agir frente aos desafios em todos âmbitos sociais, para promovermos padrões de comportamento sustentáveis, fizeram com que a UNESCO em 2002 declara-se, a Década das Nações Unidas da Educação para o Desenvolvimento Sustentável, ressaltando o importante papel que a educação tem nessas discussões, constituindo ferramenta essencial para o aperfeiçoamento dos sistemas educacionais para facilitar os complexos processos de mudança para um futuro sustentável (SOUZA; SILVA, 2019).

Na realização da Rio+20 (“O Futuro que Queremos”) também intitulada Agenda Pós-2015, discutida anteriormente por LAGO (2013), temos o início da formulação da Agenda 2030, enfatizando a necessidade de integrar os aspectos econômico, social e ambiental do desenvolvimento – estimulando a interação entre eles – até o ano de 2030, estabelecendo oito objetivos que são: 1) Redução da Pobreza; 2) Atingir o Ensino Básico Universal; 3) Igualdade

entre os sexos e a Autonomia das mulheres; 4) Reduzir a Mortalidade na Infância; 5) Melhorar a saúde materna; 6) Combater o HIV/Aids, a malária e outras doenças; 7) Garantir a Sustentabilidade ambiental; 8) Estabelecer uma parceria Mundial para o Desenvolvimento.

[...] orientados para a ação, concisos e de fácil comunicação, quantitativamente limitados, aspiracionais, de natureza global e universalmente aplicáveis a todos os países, ao mesmo tempo que levam em conta as diferentes realidades nacionais, capacidades e níveis de desenvolvimento e respeitam as políticas e prioridades nacionais (UN, 2012, p. 46, tradução do autor).

Sobre o objetivo 13 Ação contra a Mudança Global do Clima, a agenda 2030 descreve mudanças que devem ocorrer até o ano de 2030, combatendo ações antrópicas que interferem negativamente ao planeta, entre as metas destacamos a 13.3 que se refere a: “melhorar a educação, aumentar a conscientização e a capacidade humana e institucional sobre mitigação global do clima, adaptação, redução de impacto, e alerta precoce à mudança climática” (MENDONÇA, 2004); ação que condiz com os objetivos do projeto de utilizar o ensino para a alfabetização científica e tecnológica, levando os sujeitos a refletirem sobre a utilização de práticas sustentáveis.

A Educação Ambiental transformadora é aquela que possui um conteúdo emancipatório, em que a dialética entre forma e conteúdo se realiza de tal maneira que as alterações da atividade humana, vinculadas ao fazer educativo, impliquem mudanças individuais e coletivas, estruturais e conjunturais, econômicas e culturais (SANTOS, 2007, p. 8).

3. METODOLOGIA

Nesta seção foram discutidos os caminhos metodológicos seguidos durante a intervenção, partindo da apresentação do estudo de caso, a opção de se trabalhar com uma análise qualitativa para a coleta de dados, as análises no questionário inicial e no questionário final, bem como a descrição do público-alvo.

Neste trabalho optamos por utilizar questões subjetivas, assim como as sugeridas no trabalho de Azevedo et al. (2013), que realizaram questionários anteriores e posteriores a intervenção didática, demonstrando a importância de uma análise qualitativa quanto às respostas dadas por cada aluno, analisando aspectos que vão além de porcentagens ou cálculos matemáticos de medição da aprendizagem.

É importante frisar que o projeto foi submetido ao Comitê de Ética e aprovado tendo o seguinte parecer CAAE 44768620.2.0000.5589, que consta no anexo C.

3.1 A escolha do estudo de caso

Para Patton (2002) o estudo de caso é um procedimento metodológico que tem como propósito, detalhar informações sobre um fenômeno. Envolvendo o pesquisador na análise minuciosa do objeto estudado, a fim de que este passe a compreender o máximo possível os detalhes do estudo aplicado (GIL, 2007).

Um dos tópicos levantados pela pesquisa é de se discutir as situações que a sociedade científica tecnológica enfrenta na contemporaneidade, o que condiz com o que Yin (2005, p.32) define em seus estudos: “o estudo de caso é uma investigação empírica que investiga um fenômeno contemporâneo dentro de seu contexto da vida real”, o que corrobora com o objeto de estudo desta pesquisa que utiliza a síntese de biodiesel através de óleo residual, com o intuito de mostrar aos alunos o papel da Química nas discussões que envolvam temáticas abordadas na abordagem CTSA, fazendo com que o aluno visualize a Química em práticas do seu cotidiano.

Alves-Mazzoti e Gewandszajder (2004, p. 170) explicam como se dá a análise de resultados em um estudo de caso:

À medida que os dados vão sendo coletados, o pesquisador vai procurando tentativamente identificar temas e relações, construindo interpretações e gerando novas questões e/ou aperfeiçoando as anteriores, o que por sua vez, o leva a buscar novos dados, complementares ou mais específicos, que testem suas interpretações, num processo de ‘sintonia fina’ que vai até a análise final.

Segundo Santos, Mortimer e Scott (2001) o uso do estudo de caso como estratégia de ensino promove discussões e debates em sala de aula, o que pode despertar no aluno a vontade de basear seus conhecimentos em fontes cientificamente embasadas, trazendo uma melhora na sua argumentação e na sua prática cidadã.

3.2 A Pesquisa Qualitativa

O método utilizado para levantamento de dados neste projeto, foi o de análise qualitativa. Segundo Zanelli (2002, p. 83), o objetivo principal da pesquisa qualitativa é o de compreender o que os sujeitos participantes da pesquisa aprenderam após perceberem o que acontece no seu “mundo”, nesse caso, depois de serem apresentados aos efeitos prejudiciais do uso de derivados do petróleo, e a importância do uso de energias renováveis e o descarte correto do óleo residual, a diferença que a discussão dessas temáticas causa a curto e longo prazo em suas vidas.

Uma das vantagens da análise documental é ser uma técnica que não altera o ambiente e nem os sujeitos, podendo ser fontes fixas de dados. (MOREIRA, 2006). Assim, o pesquisador precisa avaliar bem as informações para que não se altere o contexto de sua pesquisa.

Segundo Gil (2007) uma entre tantas vantagens que a análise qualitativa possui, é o do “valor” que as evidências levantadas podem trazer aos resultados da pesquisa, ou seja, isso refere-se ao fato de o pesquisador conseguir maior abrangência e profundidade, admitindo assim uma maior aproximação entre o pesquisador e o objeto da pesquisa.

A seguir no Quadro 2, apresentamos as principais características de uma pesquisa qualitativa segundo Godoy (1995).

Quadro 2. As principais características da pesquisa Qualitativa.

Características de uma Pesquisa Qualitativa
- A pesquisa qualitativa tem o ambiente natural com a fonte direta de dados e o pesquisador como instrumento fundamental; - A pesquisa Qualitativa é descritiva; - A pesquisa qualitativa não procura enumerar e/ou medir os eventos estudados, nem emprega instrumental estatístico na análise dos dados; - Parte de questões ou focos de interesses amplos, que vão se definindo à medida que o estudo se desenvolve; - Envolve a obtenção de dados descritivos que podem ser de: pessoas, lugares ou processos interativos pelo contato direto do pesquisador com a situação estudada, procurando compreender os fenômenos segundo a perspectiva dos participantes da situação em estudo.

Fonte: Adaptado de Godoy (1995).

Para Godoy (1995) a pesquisa qualitativa é descritiva o que os sujeitos estudados na pesquisa escrevem, ocupa lugar de destaque e é peça fundamental para a coleta de dados tanto quanto para as observações que serão discutidas nos resultados da pesquisa. Um olhar holístico do pesquisador, ou seja, não reduzindo o ambiente e as pessoas inseridas a variáveis ou números, possibilitam que o pesquisador qualitativo analise seus dados com um enfoque indutivo, transformando o campo de pesquisa que anteriormente era mais amplo, ficando mais diretos e específicos no decorrer das atividades e interações diárias, o que seria quase impossível quando temos hipóteses estabelecidas *a priori* (GODOY, 1995).

3.3 Descrição do local e dos sujeitos da pesquisa

Maracanaú é um município do estado do Ceará, localizado na região metropolitana de Fortaleza há 24 km da capital, é o maior centro industrial do estado, possui o segundo maior produto interno bruto do Ceará, atrás somente de Fortaleza. Existem em Maracanaú poucas instituições de ensino superior, possui apenas uma administrada pelo governo federal, o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE), ofertando cursos de nível técnico e graduação, contando com modalidades de licenciatura e bacharelado, além de pós-graduação com mestrado acadêmico.

A pesquisa foi desenvolvida no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE) – *campus* Maracanaú, sob o endereço Avenida Parque Central, 1315 - Distrito Industrial I. O projeto foi realizado na turma do primeiro ano do ensino médio do curso Técnico em Química Integrado do IFCE - *campus* Maracanaú, na disciplina de Educação Ambiental, a turma contou com 40 alunos matriculados, dos quais 37 participaram da pesquisa.

A escolha da disciplina visa aliar a abordagem CTSA aos conteúdos de Química, analisando as melhorias que a contextualização traz para o ensino quando somado à disciplina de Educação Ambiental aos conteúdos curriculares de Química.

O público-alvo foi escolhido levando em consideração os conteúdos abordados em sala de aula na disciplina, o que facilita o processo de contextualização do tema energias renováveis, pois são conteúdos que a professora aborda em sala de aula, descrito nos Diretrizes de ensino (BRASIL, 2019), assim os conceitos lá adquiridos ganharão maior amplitude, diminuindo ainda mais a imagem de abstração que se tem da Química e dela como disciplina desconectada dos aspectos ambientais.

A aplicação da pesquisa foi feita seguindo o horário da disciplina de Educação Ambiental, realizada durante o período matutino, com duração de 1 hora aula por semana, totalizando 5 horas aulas. Devido ao cenário de pandemia provocado pelo vírus SARS-CoV-2 (Covid-19), os encontros foram realizados de maneira remota, através da Plataforma *Google Meet* e *Google Classroom*, cujo as atividades serão detalhadas posteriormente, ocorreram em momentos síncronos e momentos assíncronos. As etapas adotadas na metodologia foram pautadas nos preceitos da abordagem CTSA, que parte de problemas de interesse sociais que associam a ciência e a tecnologia, a abordagem CTSA tem como proposta a utilização de estratégias de ensino aprendizagem inseridas no Quadro 3, seguindo o que foi descrito nos trabalhos de Acevedo (1996), Membiela (1995) e San Valero (1995) *apud* Díaz (1996), descrita no Quadro 3.

Quadro 3 – Estratégias de ensino-aprendizagem que são usadas na abordagem CTSA em comparativo as adaptações feitas para o projeto.

<i>Recomendado na abordagem CTSA</i>	<i>Adaptação para a pesquisa</i>
<i>1. Resolução de problemas abertos, incluindo a tomada de decisão fundamentada e democrática.</i>	1. Foi realizado neste trabalho através de questionários, Qi e Qf. Assim, foi observada a tomada de decisão de cada aluno.
<i>2. Desenvolvimento de projetos em pequenos grupos cooperativos.</i>	2. Os alunos fizeram uma leitura crítica do artigo e assistiram a vídeo aula contendo o experimento da síntese de biodiesel através do óleo residual.
<i>3. Participação em fóruns e debates.</i>	3. Discussão sobre a temática abordada durante a aula expositiva, no momento síncrono via <i>google meet</i> . Os minutos finais da aula foram destinados a discussão entre a pesquisadora e os alunos.
<i>4. Presença de especialistas em sala de aula, que podem ser pessoas da comunidade em torno do instituto.</i>	4. Participação do Grupo Encaixe do IFCE - campus Maracanaú.
<i>5. Envolvimento e ação civil ativa na comunidade.</i>	5. Divulgação dos postos de coleta de óleo residual na região de Maracanaú, através de panfletos.

Fonte: adaptado de Acevedo (1996), Membiela (1995) e San Valero (1995) *apud* Díaz (1996).

Conforme é possível observar no quadro 3, foram descritas as principais etapas para a realização desse trabalho, as quais envolvem momentos síncronos e assíncronos.

3.4 As ferramentas utilizadas para análise dados

A seguir, mostraremos as ferramentas utilizadas como base para analisar os dados da pesquisa, bem como o detalhamento de cada etapa da intervenção.

3.4.1 Aplicação do Questionário inicial (Qi)

O Questionário inicial é uma fase fundamental da pesquisa, onde os sujeitos alvo da pesquisa entram em contato com as questões e possibilitam ao pesquisador verificar a tradução da escala de conhecimento prévio deles. Para Ausubel et al. (1980) o aluno não é uma folha em branco, onde nada ainda foi “escrito”, o conhecimento sobre determinado assunto existe, porém muitas vezes esse conhecimento é incoerente, não é devidamente embasado ou é bastante limitado, muitas vezes apresentam um conhecimento do senso comum, aquele que é passado de geração para geração, por exemplo. Assim, são nesses aspectos que o trabalho pretende focar para a análise das respostas dadas no Qi.

A análise feita a partir do Qi pode, além de possibilitar ajustes e detecção de incoerências, pode aumentar a validade do instrumento (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980). Partindo desse pressuposto, o presente trabalho aplicou o Qi, a fim de obter dados sobre o conhecimento prévio dos alunos com relação à temática biodiesel e aos assuntos correlacionados ao tema.

No Quadro 4 estão apresentadas as perguntas realizadas no Qi e serviram de base para o início da intervenção.

O uso do Qi serve tanto para se ter um panorama inicial dos sujeitos participantes (nesse caso os alunos do técnico em química do IFCE – *campus* Maracanaú), principalmente para colher suas impressões sobre o que é o petróleo, a importância do biodiesel e do descarte correto do óleo residual; quanto para os pesquisadores que, a partir das respostas obtidas, foi possível traçar melhor as formas de abordagem durante as etapas seguintes do trabalho.

Quadro 4. Perguntas aplicadas no Questionário inicial.

Questão
01. Coloque aqui o que você sabe sobre o Petróleo, como características, uso, informações que você julgue relevante.
02. Você conhece um ou mais derivados do Petróleo? Por favor escreva-os aqui.
03. Na sua opinião o uso do petróleo e seus derivados causam algum prejuízo ambiental ao nosso planeta? Por favor explique sua resposta.
04. O que você entende sobre o fenômeno chamado Aquecimento Global, explique com suas palavras.
05. Você saberia diferenciar energia renovável de energia não-renovável, se sim explique-os com suas palavras.
06. Você já ouviu falar em biodiesel? Saber detalhar algumas informações sobre esse biocombustível?
07. Na sua opinião o uso do biodiesel tem impacto positivo ou negativo para a natureza. Justifique sua resposta.
08. Na sua casa, como é feito o descarte do óleo utilizado para fritar os alimentos, conhecido como óleo residual? Coloque aqui a maneira que você julga ser correta, para o destino desse óleo residual.

Fonte: autor (2021).

3.4.2 Ler, compreender e interpretar os textos científico-tecnológicos

Essa etapa promoveu a leitura, a compreensão e interpretação de textos científicos-tecnológicos nos alunos do técnico integrado em química, utilizando como fonte os Artigos Originais de Pesquisa (AOP), buscando utilizar um AOP que tenha o biodiesel como tema central é inerente a esse biocombustível, discuta sobre as temáticas que envolvam sua utilização (QUEIROZ et al. 2019).

O AOP escolhida foi o de Cunha *et al.* (2018), a escolha foi feita levando em consideração os seguintes critérios, seguindo as recomendações de Queiroz et al. 2019 para a escolha de uma AOP:

- Artigo de fácil leitura, não extenso ou maçante;
- Que abordam a tecnologia envolvida nos processos de obtenção do biodiesel, porém que privilegie a reflexão e debates de cunho social;
- Que empregue técnicas não tão sofisticadas, mas simples de fácil compreensão, afinal os sujeitos participantes estavam cursando o 1º ano.

Optou-se por inserir nessa etapa um questionário contendo questões sobre o artigo utilizado, para se entender a impressão que os alunos tiveram sobre o material trabalhado.

Quadro 5. Questionário sobre a AOP.

Questão	Enunciado
01.	Na sua opinião qual a importância da formação contemporânea dos profissionais da Química com ênfase na sustentabilidade, qual papel as aulas experimentais que envolvem a Química Verde têm nesse processo?
02.	No artigo foram utilizadas algumas matérias-primas para a extração de óleo e posterior síntese de biodiesel através delas, de qual ou quais não foram feitas extração de óleo? Explique quais fatores levaram os autores a escolha dessas matérias-primas específicas.
03.	Os autores defendem que a extração do óleo de fontes renováveis é uma técnica que os profissionais da Química devem estar habilitados. Sobre a produção dos óleos descritos no artigo, escolha duas matérias-primas e descreva como foi desenvolvido o experimento.
04.	Explique como foram feitos a parte de Produção de biodiesel das biomassas alternativas para aula de química orgânica.
05.	O que você acha da realização de atividades que busquem conciliar os conteúdos estudados em sala de aula, com as aulas práticas no caso da aula experimental proposta no artigo estudado, para você quais foram os pontos positivos da intervenção realizada pelos autores?

Fonte: autora (2021).

A comunicação científica seja verbal ou escrita é de vital importância para a formação do profissional de química, é necessário que saibam: escrever, apresentar e defender suas pesquisas, saber como expressar corretamente os projetos e resultados obtidos de pesquisa na linguagem científica, dentre outros (CABRAL; PERON; QUEIROZ, 2019).

Através da análise das respostas dadas ao questionário, este inserido no documento que continha o roteiro da aula prática.

3.4.3 A ACT como ferramenta metodológica

Para Auler e Delizoicov (2001), a dinâmica social que passa por constante mudança com o passar do tempo e o crescente desenvolvimento científico e tecnológico, são fatores que potencializam o papel da Alfabetização Científico Tecnológica, a busca da participação social em problemáticas vinculadas a democratização desses conhecimentos são de fundamental importância.

Pensando na ideia da democratização da ciência e tecnologia como pré-requisito para o exercício da cidadania, Fourez (2005) alerta que tentar debater problemas desvinculando-os do contexto social, com foco apenas nos aspectos tecnológicos e científicos, significa retomar o

ensino tecnocrata, sendo totalmente contra aos pressupostos que a abordagem CTSA aliada a ACT procuram defender nas práticas educativas.

A partir deste cenário, optou-se por utilizar a aula expositiva utilizando o biodiesel como temática central para que os assuntos pertinentes a ele fossem levantados durante as etapas. Como destaca Yin (2005), uma das premissas das metodologias que utilizam o estudo de caso como estratégia é o de promover o debate, a discussão, fugindo do modelo tradicional de ensino, o que justifica a importância dessa metodologia para o projeto.

A aula ocorreu com auxílio de slides e vídeos. A escolha de vídeos como ferramenta de ensino, além de ser importante meio de informação, possui caráter motivador, já que para Arroio e Giordan (2006, p.4) “além de apresentar conteúdos, o vídeo provoca, interpela, questiona e desperta o interesse dos estudantes”.

O biodiesel como tema gerador possibilita durante o debate, a abordagem de tópicos como:

- A necessidade de fontes alternativas de energia;
- Os malefícios que o uso excessivo de fonte não renováveis de energia;
- Definição, forma de obtenção e aplicações do biodiesel;
- Questões ambientais pertinentes ao tema combustíveis;
- Comparações entre o impacto ambiental gerado entre o diesel convencional e o biodiesel;
- Outros combustíveis alternativos;
- A maneira correta de reciclagem de óleo residual.

3.4.4 Aula experimental

A aula experimental foi disponibilizada na plataforma *Google Classroom*, bem como o roteiro da aula prática em formato de documento, contendo o passo a passo para obtenção do biodiesel e, no final do roteiro, 5 questões tratando sobre o experimento. Devido à Pandemia³ da COVID-19, a aula experimental foi realizada e gravada pela pesquisadora, sendo configurado como uma aula experimental demonstrativa, sendo parte gravada no Laboratório de Química Analítica e Microbiologia Ambiental (LAQAMB), localizado no IFCE – Campus

³ <https://www.youtube.com/watch?v=HCnO5hmywts>

Maracanaú, parte no Laboratório de Tecnologia Química, localizado no IFCE – *Campus Fortaleza*.

O experimento foi adaptado a partir da prática proposta por Clark et al. (2006), com o intuito de demonstrar como o processo de transesterificação pode ser realizado e, assim, obtido o Biodiesel a partir do óleo de fritura. Levando em conta a importância das aulas práticas para os futuros profissionais do ramo da Química, defendidas por Clarke et al. (2006); Geris et al., (2007) Rinaldi et al. (2007); Fiscarelli (2010); Azevedo et al., (2013); Riatto et al., (2015); Cunha et al., (2018).

Quanto aos materiais utilizados na aula prática, Santos e Pinto (2009) defendem a utilização de materiais mais simples, principalmente quando a pretensão é aplicá-lo para os alunos do Ensino Médio, pois demonstra que as práticas nem sempre necessitam de materiais sofisticados ou de difícil acesso, que é possível adaptar materiais mais simples em aulas práticas.

Em sua pesquisa, Pinheiro et al. (2018) discutem que a aula prática que promove a síntese de biodiesel é de suma importância devido sua relevância socioeconômica, social e ambiental. Por se tratar de um experimento de baixo custo, pode ser realizado com equipamentos menos sofisticados.

Assim, as aulas experimentais facilitam o entendimento do conteúdo abordado em sala de aula, aliando teoria e prática, substituindo o modelo tradicional de ensino centralizado apenas nos aspectos técnicos e aproximando a química do cotidiano do aluno. O emprego da biomassa como reagente, assim como a reciclagem do óleo de cozinha para obtenção de um produto renovável ligado ao tema ambiental e tecnológico, é ideal para a formação dos profissionais de química com ênfase em Química verde, a síntese do biodiesel através do óleo residual contempla todos os aspectos citados (Pinheiro et al., 2018)

3.4.5 Participação do Grupo Encaixe

O intuito foi de tornar a aula mais dinâmica e acrescentar mais um ponto a credibilidade das ações que foram feitas durante as intervenções, perante a visão dos alunos, seguindo o que foi descrito nos trabalhos de Acevedo (1996), Membiela (1995) e San Valero (1995) *apud* Díaz (1996), descritas no Quadro 3, incluindo a participação de especialistas.

Muitas vezes, ao planejar aulas com abordagem CTSA, as técnicas que devem ser utilizadas podem exigir muito do pesquisador, o clima que se estabelece durante a aplicação também é fator essencial na hora de planejar, que estratégias serão utilizadas durante a

utilização da abordagem. Assim, a participação de especialistas, nesse caso o Projeto Encaixe do IFCE – *Campus* Maracanaú, é mais uma ferramenta para dinamizar e prender a atenção dos alunos (DÍAZ, 1996).

O Projeto Encaixe funciona no IFCE – *Campus* Maracanaú, mesmo local onde os alunos participantes dessa pesquisa estudam, e tem como propósito trabalhar com a gestão de resíduos sólidos, como garrafas PET e óleo residual. O projeto utiliza como ferramenta o conceito de Economia Circular que se baseia na redução, reutilização, recuperação e reciclagem de materiais e energia, esse tipo de economia tem como objetivo principal o de reduzir a quantidade de resíduos e substituir o conceito de fim de vida, por novos fluxos circulares, em que os resíduos são insumos para a produção de novos produtos. Com isso, ao participarem da pesquisa, fortalecem questões como a reciclagem correta do óleo residual e o desenvolvimento de atitudes sustentáveis. O Projeto Encaixe é formado por alunos do curso de Graduação do *Campus* Maracanaú, esse é um ponto importante de ser levantado, pois ajuda os alunos a enxergarem o papel da ciência na sua instituição de estudo e que trabalha em prol da comunidade em torno do IFCE. O trabalho realizado na prática por eles é o de promover a comunicação e a integração entre geradores de resíduos, ou seja, a população, catadores e empresas que comercializem o material reciclado.

Um dos requisitos da abordagem CTSA como ferramenta de ensino é o de promover o ensino de Química aproximando os conteúdos da realidade do aluno, com os fatores que foram levantados nesse tópico, é justificado o porquê de utilizarmos o Projeto Encaixe na promoção de debates e discussões em uma das etapas do projeto.

Dessa forma, como possibilidade nessa etapa do trabalho, buscou-se uma forma de aproximar a Educação Ambiental, a Alfabetização Científica e Tecnológica por meio de uma abordagem CTSA, utilizando como tema a reciclagem de resíduos, como é o caso do óleo de cozinha utilizado na fritura.

3.4.6 Aplicação do Questionário final

O Questionário final (Qf) aplicado contém as mesmas questões do Qf, quadro 4. Esse levantamento permite verificar qual significância a temática abordada teve para o conhecimento do aluno, quais contribuições, os conhecimentos transmitidos durante a aplicação do trabalho.

Vale salientar que o questionário aplicado na etapa final, avalia os dados qualitativos, não tendo como pretensão uma homogeneidade nas respostas, nem o de comparar resposta de aluno A com aluno B, quem aprendeu mais ou menos sobre o que foi abordado. A análise de

conteúdo adotada visa o estudo comparativo entre as respostas antes e depois da intervenção didática (BARDIN, 2016).

3.5 Descrição das etapas da pesquisa

A pesquisa foi aplicada durante o mês de junho, referente à primeira etapa do ano letivo de 2021, na disciplina de Educação Ambiental, ofertada para os alunos que cursam o 1º ano do Ensino Médio do curso Técnico em Química Integrado ao Ensino Médio. A disciplina ocorria de forma remota, os encontros síncronos ocorreram no horário compreendido das 11:00 às 12:00, nesse mesmo horário eram disponibilizados os materiais para os alunos nos momentos assíncronos.

Há alguns aspectos que merecem ser levantados, que fortalecem a escolha da disciplina para que fossem realizadas essas etapas. Educação Ambiental trata-se de uma disciplina que tem como objetivos de aprendizagem (GUIMARÃES, 1995):

- compreender os conceitos relacionados a ecologia, biosfera e poluição;
- construir um processo de conscientização ambiental através de estudos, pesquisas e discussões, gerando atitudes ambientalmente favoráveis;
- trabalhar a educação ambiental de forma a destacar a ética, a modernidade e a cidadania como fatores fundamentais para o desenvolvimento social sustentável.

Os objetivos foram fornecidos pela professora responsável pela disciplina, durante a primeira aula realizada por ela no primeiro dia letivo aos alunos, durante essa aula a professora expôs os conteúdos programáticos, o calendário de aulas, métodos de avaliação entre outros tópicos de apresentação.

As aulas foram divididas em síncronos e assíncronos. As atividades, em sua maioria, eram feitas de forma individual, como nos testes, respostas ao questionário da aula experimental; e em grupo, como nas etapas de debate durante a aula expositiva e na etapa da palestra do Projeto Encaixe. Nos tópicos, a seguir, foi detalhado, o tempo utilizado, bem como ocorreram as atividades realizadas durante cada aula.

Com relação aos momentos síncronos, foram, no total, 3 encontros realizados na plataforma *Google Meet*, o que contabilizou 3 horas aulas. Optou-se por utilizar os momentos síncronos para trabalhar mais o desenvolvimento de debates, discussões e, com isso, obter maior interação dos sujeitos da pesquisa.

Com relação aos momentos assíncronos, optou-se por utilizar as etapas da pesquisa que requereu do aluno mais aprofundamento no estudo, leitura e análise. No total foram utilizados 2 momentos assíncronos, contabilizando 2 horas. No primeiro momento os alunos realizaram estudo sobre a AOP. No segundo, disponibilizou-se o vídeo com a aula experimental, seguida do questionário, sendo estabelecido um prazo de 5 dias para a entrega dos questionários devidamente respondidos, ou seja, no dia que disponibilizamos cada atividade o aluno teria esse prazo para anexar as respostas. No quadro 6 foi apresentado o Cronograma e o planejamento para cada etapa da pesquisa.

Quadro 6. Cronograma de Execução das atividades na disciplina de Educação Ambiental.

Intervenção	Descrição	Data	Período De entrega
1 Síncrona	Apresentação do calendário de atividades para a turma/Assinatura dos Termos e Assentimentos/ aplicação do Qi.	02/06/2021	3 dias
2 Assíncrona	Estudo da AOP e resposta ao questionário via Google <i>Classroom</i> da disciplina.	09/06/2021	5 dias
3 Síncrona	Aula expositiva ministrada pela pesquisadora, utilizando slides e vídeos para posterior debate com os alunos.	16/06/2021	1 hora
4 Assíncrona	Vídeo aula: síntese de biodiesel através de óleo residual, resposta ao questionário via google <i>Classroom</i> da disciplina.	23/06/2021	5 dias
5 Síncrono	Palestra grupo encaixe, com auxílio de slides/ debate/ aplicação do Qf.	30/06/2021	1 hora

Fonte: autora (2021).

A partir das informações apresentadas no quadro 6, foi detalhado, a seguir, como consistiu em cada encontro e atividade proposta durante a aplicação desse trabalho.

3.5.1 Etapa de Preparação e Planejamento

Nesse tópico, a preparação da pesquisa é um estudo sobre nosso objeto de estudo, nesse caso, sobre o biodiesel. Sendo assim, foi realizado um levantamento bibliográfico, um

aprofundamento na literatura nacional do que está sendo visto com relação a temática sugerida, em especial no âmbito educacional, o que está sendo publicado em periódicos, estudado em teses e dissertações.

Uma análise bibliográfica é o ponto de partida para entender como o biodiesel está sendo trabalhado em sala de aula, quais as especificidades levantadas por outros pesquisadores ao utilizarem o biodiesel como ferramenta metodológica. Essa análise também nos auxiliou a compreender as alterações percorridas ao longo dos anos, nas pesquisas que utilizaram o biodiesel como temática para abordar diversos assuntos.

Para entender melhor o que foi analisado na literatura, foi listado, na forma de tópicos, o interesse de estudo, o que se procurou coletar de informações na literatura.

- O uso do biodiesel como ferramenta no auxílio de ensino e aprendizagem, onde o educador utiliza conteúdos científicos aliando-os com o cotidiano do educando;
- A conexão de conteúdos voltados para a educação ambiental com o ensino de Química, que auxiliem os alunos do ensino básico em sua formação crítica e social;
- A abordagem de temas sociais e uma experimentação que não sejam dissociadas da teoria e da prática, mas efetivas possibilidades de contextualização dos conhecimentos químicos, tornando-os socialmente mais relevantes;

Em especial, foi realizada uma busca no periódico “Química Nova”, amplamente utilizada em pesquisas relacionadas à química no Brasil, onde os artigos encontrados estão inseridos no quadro 7. Esse periódico conta com uma seção voltada para artigos que tratam dos diversos ramos da Química com a finalidade de promover o ensino, intitulado “Educação”.

No período selecionado para a pesquisa bibliográfica, entre os anos de 2014 e 2019, foram publicadas 60 edições da revista, cada ano dispondo de 10 volumes. Apenas na seção voltada para a “Educação”, foram contabilizados 178 artigos publicados nesse período. A análise desses 178 artigos foi realizada individualmente, resultando na seleção dos 4 trabalhos que tratavam da relação do uso do biodiesel como ferramenta de ensino em aulas de Química em cursos que envolviam a formação do profissional de Química com ênfase em Química verde, dispostos no quadro 7.

Quadro 7. Artigos encontrados na revista Química Nova.

Nº	Título e local de publicação do artigo original de pesquisa
1	Experimento com abacate, borra de café, licuri e leite de coco para extração de óleo, produção de biodiesel e análise espectral. Química Nova , Vol. 41, No. 6, 691-698, 2018.
2	<i>Biofuels from coconut fat and soybean oil: microwave-assisted synthesis and gas chromatography/mass spectrometry analysis.</i> Química Nova , vol. 41, no. 10, 1200-1204, 2018.
3	Exposição oral no ensino superior de química. Química Nova , vol. 42, no. 2, 221-231, 2019.
4	Craqueamento térmico da glicerina: uma proposta de experimento para química orgânica. Química Nova , vol. 38, no. 5, 727-731, 2015.

Fonte: autora (2021).

Os artigos expostos na quadro 7 tratam da temática biodiesel seguindo os critérios apontados anteriormente, além disso, a preocupação em destacar a promoção de habilidades desejadas dos profissionais da área de química, que ultrapassam o domínio empírico dos conteúdos e abrangem aspectos como: reconhecer a química como ciência integrante da estruturação humana; saber ler, compreender e interpretar textos científico-tecnológicos sejam eles em português ou língua estrangeira; saber comunicar resultados de pesquisa em linguagem científica oral e escrita; saber realizar buscas em fontes seguras de informação. Julgamos o desenvolvimento de tais habilidades como um auxílio na atuação de suas atividades e no desempenho futuro de tarefas como profissionais da área de Química (SANTOS; QUEIROZ, 2007).

A etapa de planejamento foi realizada antes do início da intervenção com os alunos, através de reunião via *Google Meet*, das pesquisadoras deste trabalho com a professora da disciplina de Educação Ambiental.

Durante a reunião foram apresentadas as etapas metodológicas que seriam adotadas na pesquisa. Essa etapa foi essencial, pois a partir do que foi exposto para a professora, conseguiu-se aliar o cronograma e as ferramentas planejadas, com os objetivos da disciplina e as atividades pensadas para os alunos.

Na reunião com a professora da disciplina, foi obtida a informação de que as aulas eram ministradas de forma intercalada entre momentos síncronos e assíncronos, por isso da divisão vista no quadro 6 estratégias adotada pelo IFCE em adaptação ao ensino remoto.

Durante a reunião também foi ajustado o calendário de atividades, conforme cronograma da disciplina, e adaptadas algumas etapas, conforme recomendação da professora, como, por exemplo, remanejamento da participação do Grupo Encaixe para o encerramento, anteriormente havia sido planejado a participação de especialistas durante a intervenção, passando assim para o encerramento, juntamente com a aplicação do pós-teste.

3.5.2 Intervenção 1: Assinatura de Termos, assentimentos e questionário inicial

Essa etapa configura o 1º momento de realização das atividades junto aos alunos, ocorrendo de forma síncrona e foi dividido em 2 momentos, respeitando o tempo da aula de 60 minutos.

1º momento

Apresentou-se a proposta da pesquisa para os alunos participantes, juntamente com o cronograma a ser seguido, detalhando quais atividades seriam realizadas em cada data. Em seguida, os alunos foram convidados a participar do projeto, perante assinatura dos termos e assentimentos contidos nos apêndices A e B, os documentos foram disponibilizados no *Classroom* da turma, tendo o prazo de três dias para anexar os documentos devidamente assinados.

Todos os alunos inscritos na disciplina concordaram em participar da pesquisa e anexaram os documentos no prazo estabelecido.

2º momento

Após esclarecimento detalhado do andamento do projeto, como foi descrito nos parágrafos anteriores, realizou-se a aplicação do Qi.

Foi disponibilizado, no *Google Classroom* da turma de Educação Ambiental, o *link* para o acesso ao pré-teste inserido no google formulário, cujas questões já foram descritas no quadro 4. A professora da disciplina já havia informado que a presença nas aulas contavam como nota avaliativa e que deveriam ser feitas ao final de cada aula síncrona, sendo assim, os alunos foram instruídos a permanecer logados na reunião, acessarem o *link* do Qi em outra aba, responder as questões e, em seguida, retornar à reunião. Dessa forma, ao checar o google formulário e

conferir se o aluno havia respondido ao pré-teste, sua presença era contabilizada e o aluno poderia sair da sala de reunião.

3.5.3 Intervenção 2: Estudo do Artigo Original de Pesquisa (AOP)

É importante ressaltar que as atividades que ocorreram de forma assíncrona eram disponibilizadas no horário da disciplina, a partir das onze horas da manhã, com prazos de entrega contidos no quadro 6. Essa etapa é referente a atividade número 2, ocorrendo de maneira assíncrona.

A atividade número 2 foi destinada ao estudo do Artigo Original de Pesquisa, já descrito no tópico: *ler, compreender e interpretar os textos científico-tecnológicos* (Pinheiro et al., 2018). O artigo escolhido foi o que consta no quadro 6. Foram disponibilizados o AOP e o questionário no *Classroom* da turma, instruído a leitura do texto e o aprofundamento por parte dos alunos. Em seguida, eles foram solicitados que respondessem ao questionário. As respostas deveriam ser feitas, de preferência, de forma manual e não digitada, e, em seguida, anexadas até a data estabelecida.

Quadro 8. AOP utilizada na atividade 2.

Título e local de publicação do artigo original de pesquisa (AOP)
“Experimento com abacate, borra de café, licuri e leite de coco para extração de óleo, produção de biodiesel e análise espectral”, Química Nova , Vol. 41, No. 6, 691-698, 2018.

Fonte: autora (2021).

3.5.4 Intervenção 3: Aula expositiva

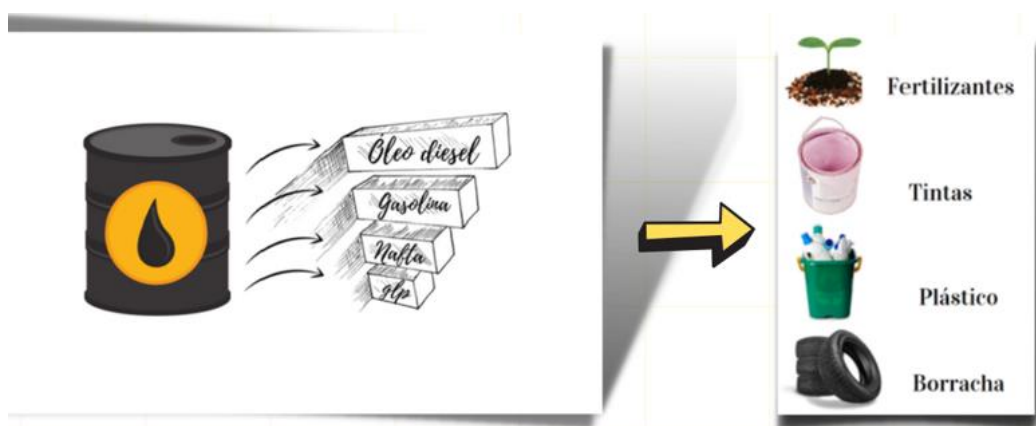
O segundo momento com os alunos de forma síncrona, que corresponde à intervenção 3 da pesquisa, optou-se por realizar uma maior interação, promovendo debates e discussões, através de slides e vídeos como auxiliares para uma aula expositiva interativa.

Para melhor entendimento, foi dividido essa etapa em dois momentos, sendo o primeiro contendo a aula expositiva, promovida pela pesquisadora deste trabalho, e o segundo momento no qual os alunos pudessem interagir, através de questionamentos ou informações que quisessem transmitir sobre a temática abordada.

1º momento

Esse momento teve duração de quarenta minutos, sendo uma aula expositiva, onde utilizou-se como recurso slides e vídeos. Os slides foram planejados da seguinte forma: inicialmente havia a introdução e informações sobre o petróleo, como seus derivados e sua utilização no dia a dia. Um dos slides apresentados continha a figura 9, exemplificando visualmente o que se pretendia discutir a respeito do uso do petróleo e seus derivados. Finalizando essa parte com o vídeo intitulado “O caminho do petróleo” disponível no *site* da Petrobrás, com duração de dois minutos e seis segundos.⁴

Figura 9. Derivados do petróleo e sua utilização em produtos do cotidiano dos educandos.



Fonte: autora (2021).

Na segunda parte dos slides foi destinado a apresentar aos alunos as consequências do uso excessivo de combustíveis fósseis, como a gasolina e o diesel, dois produtos derivados do petróleo que são utilizados em grande demanda como combustível para veículos a combustão. Finalizando essa parte com o vídeo “Mudanças climáticas” disponível no canal do *Youtube* do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE)⁵, com duração de oito minutos e cinquenta e um segundos. Na figura 10 pode ser visualizado o fenômeno das chuvas ácidas, apresentado em um dos slides, que demonstra de maneira visual como ocorre a acidificação dos oceanos e o “amarelamento” das folhas e consequente diminuição da folhagem.

⁴ <https://www.youtube.com/watch?v=a2ObyRy9dG8>

⁵ <https://www.youtube.com/watch?v=ssvFqYSIMho&t=1s>

Figura 10. Esquema de ocorrência das chuvas ácidas, causadas pela queima de combustíveis fósseis.



Fonte: autora (2021).

Foi finalizado com a última parte dos slides, os quais eram destinados a demonstrar o desenvolvimento de fonte de energia renovável e ambientalmente favorável, nesse caso o biocombustível, objeto principal desta pesquisa. Através do apelo ambiental que vem atrelado ao biodiesel, procurou-se explorar suas matérias-primas focando no óleo residual sua reutilização no desenvolvimento desse biocombustível garantindo o descarte correto e desejado de um material tido como indesejado ou inutilizável. Na figura 11 pode-se observar um dos slides utilizados nesta parte final.

Figura 11. Slide utilizado durante aula expositiva que demonstra a diversidade em matérias-primas utilizados na produção de biodiesel.



Fonte: autora (2021).

Assim, o planejamento dos slides foi pensado da seguinte maneira: 1) introdução, mostrar a importância econômica e o interesse comercial que há por trás da utilização do petróleo, especificamente de seus derivados; 2) desenvolvimento, colocar em evidência as consequências negativas e o impacto ambiental que o uso de fontes não renováveis, causam a curto e longo prazo; 3) conclusão, mostrar que lição podemos tirar desse cenário que foi exposto, como por exemplo o desenvolvimento de fontes renováveis de energia, a substituição parcial ou total de combustíveis de origem fóssil, o papel do descarte correto de óleo residual para o desenvolvimento do biodiesel.

2º momento

Para o encerramento da aula expositiva, foram disponibilizados 20 minutos finais da aula para promover um debate com os alunos, dando espaço para ouvir suas opiniões e dúvidas a respeito do que foi tratado, totalizando os 60 minutos destinados à disciplina.

Durante esses 20 minutos os alunos ficaram à vontade para tirar dúvidas como demonstra a aluna 2A, ou fazer afirmações como é o caso da aluna 5B por exemplo. Fortalecem a importância de estimular debates, a partir do que foi exposto durante este debate podemos analisar que a aula expositiva prendeu a atenção dos alunos, levando-os a questionamentos como os da Aluna 3A, que se mostrou ciente do papel importante que o governo precisa ter frente aos impactos ambientais causados pelo uso dos combustíveis fósseis.

3.5.5 Intervenção 4: Vídeo aula experimental sobre a síntese de biodiesel utilizando óleo residual

Nessa etapa utilizou-se o recurso de vídeo aula para realizar o experimento, já que essa aula deveria ser de forma assíncrona. O vídeo foi produzido e editado pelas autoras da pesquisa, disponibilizado no *Google Classroom* da turma, juntamente com o roteiro da aula prática.

A vídeo aula demonstra o passo a passo para a obtenção de biodiesel utilizando como matéria-prima o óleo residual, via catálise básica como podemos visualizar na figura 12.

Figura 12. Materiais e reagentes, utilizados durante a síntese de biodiesel através de óleo residual.



Fonte: autora (2021).

O vídeo teve duração de três minutos e quarenta e um segundos, na figura 12 optou-se por destacar alguns momentos da transesterificação, demonstrando a divisão planejada para o passo a passo da realização da prática. A metodologia utilizada para a preparação do biodiesel de óleo de fritura seguiu o que está descrito em Fiscarelli (2010). Primeiramente foi mostrado os reagentes utilizados: óleo de fritura, álcool metílico, hidróxido de sódio, fenolftaleína e água destilada. Em seguida, apresentadas as vidrarias utilizadas, que foram: béquer, Erlenmeyer, funil de decantação, suporte universal com garra, bastão de vidro, espátula e papel de filtro.

Após apresentação dos reagentes e dos materiais, utilizamos o Erlenmeyer para fazer a mistura álcool metílico com o hidróxido de sódio, deixada sob agitação à temperatura ambiente até completa dissolução, a mistura formada durante essa reação é primordial para a produção de biodiesel, sem ele a transesterificação não ocorre. Após conclusão de todas as etapas intermediárias, a mistura foi acondicionada em um funil de decantação, onde ocorre a separação restando biodiesel na parte superior e glicerina na parte inferior.

Juntamente com o vídeo, foi disponibilizado o roteiro da aula prática e, no mesmo documento, na parte final, inserido um questionário, contendo 5 perguntas, referentes ao vídeo contendo a aula experimental. Os alunos enviaram as respostas das perguntas referentes à aula experimental no *Google Classroom* da turma.

3.5.6 Intervenção 5: Participação do Projeto Encaixe

Finalizando as etapas da pesquisa, referente aos momentos com os alunos, com a participação do Projeto Encaixe, que trata de um negócio social de logística reversa para a garrafa PET e o óleo residual, com o objetivo de promover a comunicação entre os geradores de resíduos (a população), catadores e empresas que compram material reciclado.

Seguindo o que foi exposto no quadro 3, estratégias de ensino-aprendizagem que são usadas na abordagem CTSA, a utilização de especialistas no assunto é de suma importância para o desenvolvimento de práticas que promovam uma abordagem pautada nos preceitos da abordagem CTSA, por esse motivo durante nosso planejamento optamos por incluir em uma das etapas a participação do Projeto Encaixe, durante o encontro com a professora da disciplina definimos que essa palestra ocorreria na última etapa. O Encaixe funciona no IFCE Campus Maracanaú e é composto por alunos dos cursos de graduação com foco no retorno de materiais já utilizados, visando o reaproveitamento ou descarte apropriado de materiais, dessa forma, auxiliando na preservação do meio ambiente.

A palestra foi realizada durante o encontro síncrono com os alunos teve duração de quarenta minutos que foi dividido em dois momentos: 1) Aula expositiva ministrada pelos integrantes do grupo Encaixe; 2) debate, momento em que os alunos interagiram com os palestrantes. Essa última etapa contou com aplicação do pós-teste, que discutiremos no tópico a seguir.

3.5.7 Aplicação do Questionário final

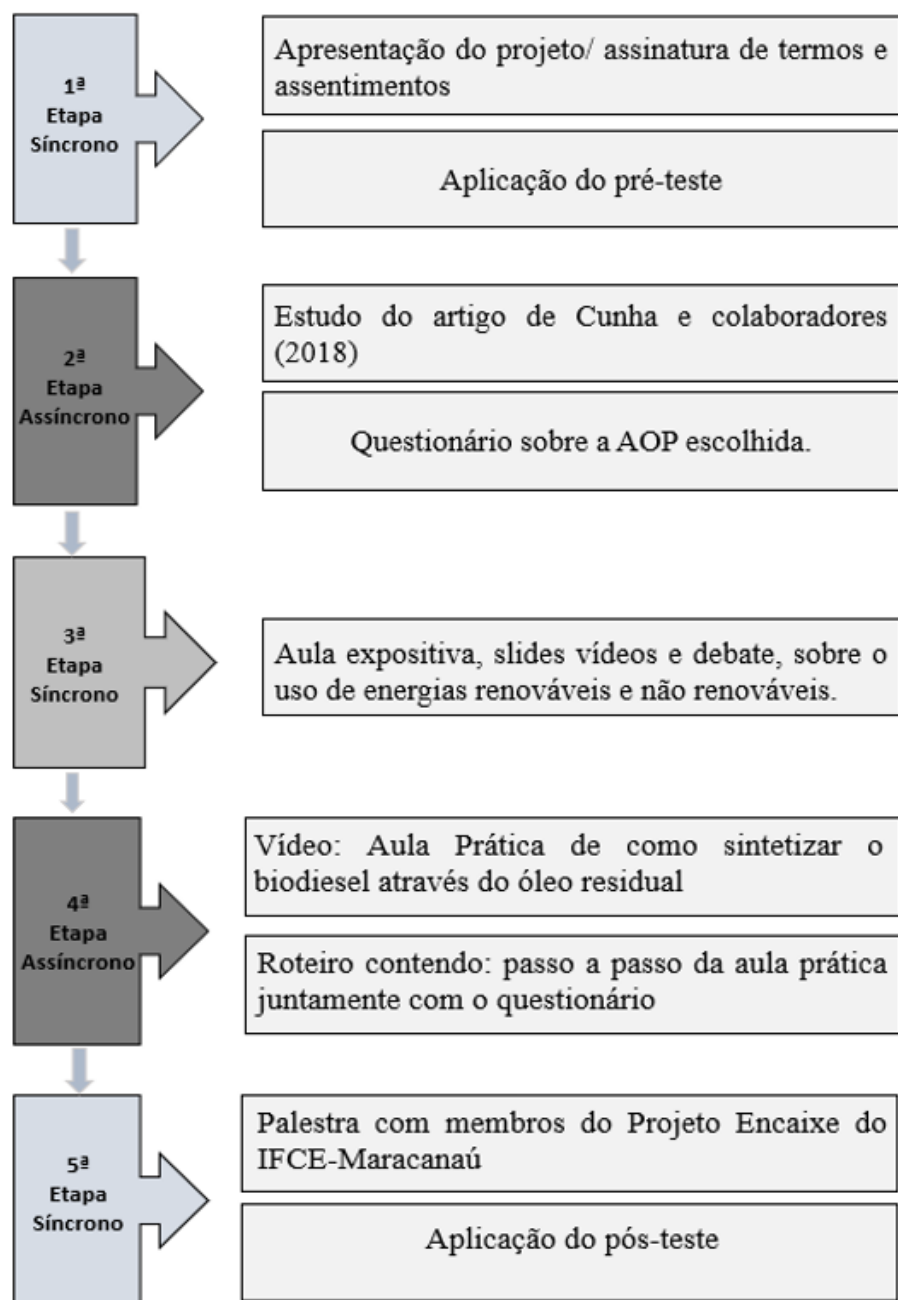
Durante a última etapa foi aplicado o questionário final, a aula com duração de sessenta minutos teve como primeiro momento a palestra do grupo Encaixe e os vinte minutos finais foram destinados, para que os alunos respondessem ao Qf.

Logo após o encerramento da participação do grupo Encaixe, os alunos foram orientados a acessar o *link* disponibilizado no *Classroom* da turma, onde os direcionava para o *Google Formulário* contendo as questões do quadro 4, as mesmas do Qi, questões que serviriam de base para a discussão de resultados que faremos no tópico a seguir. A análise de dados seguiu

a (2016), onde a análise dos dados ocorreu através da divisão em categorias, o que facilitou a discussão dos resultados.

A figura 13 mostra esquematicamente as 5 etapas seguidas pela pesquisa, descrevendo de maneira sucinta a atividade realizada de maneira síncrona e assíncrona.

Figura 13. Esquema das etapas do projeto realizadas no ensino remoto, divididos em síncronos e assíncronos alunos.



Fonte: autora (2021).

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para a análise dos dados levantados durante a pesquisa, foi dividido essa seção em três tópicos de discussão: I) os conceitos adquiridos durante a aplicação da pesquisa; II) a percepção dos alunos sobre as etapas propostas no trabalho e, por fim, III) elementos da abordagem CTSA captadas nas respostas dos alunos, utilizando a análise de Conteúdo de Bardin (2016).

4.1 Os conceitos adquiridos durante a aplicação da pesquisa

Com o propósito de analisar os conhecimentos prévios que os alunos já possuíam sobre a temática biodiesel, bem como assuntos correlatos, e, com isso, relacionar com os conhecimentos adquiridos após a realização das intervenções propostas neste trabalho, realizou-se uma comparação das respostas dadas no Qi com as respostas do Qf, aplicados antes e no final da intervenção, respectivamente. A partir dessa comparação, foi possível averiguar se houve uma maior compreensão do que foi discutido, se houve uma mudança na percepção dos conceitos prévios e também se houve uma aprendizagem com maior caráter científico nas respostas.

A fim de comparar as respostas do Qi e Qf, foram analisadas cada questão, considerando a ocorrência ou não de construção de conceitos trabalhados durante as etapas feitas nesta pesquisa.

Seguindo a metodologia descrita por Bardin (2016), onde a análise dos dados ocorre através da divisão em categorias. Sendo assim, utilizamos neste tópico as categorias de análise criadas para discutir cada questão.

Para isso, foram obtidos um total de 29 questionários, os quais as respostas foram avaliadas e descritas utilizando a técnica de Bardin (2016) de leitura flutuante, que segue os seguintes passos: inicialmente, ocorreu a leitura de cada resposta fornecida pelos alunos e atribuída a mesma questão, estabelecendo categorias, como de embasamento científico, que leva em consideração o que foi visto durante o estudo na literatura.

Em seguida, da questão 1 à questão 8 do Qi e Qf, foi atribuído cores diversas a cada resposta e categorias, a fim de promover uma melhor visualização do que está sendo discutido (OLIVEIRA et al. 2017). Durante a discussão das respostas foi evidenciado qual era o objetivo por trás de cada questão. Além disso, nos quadros contendo as respostas dos alunos, os mesmos

foram organizados de modo a apresentar os seguintes dados: a categoria das respostas dos alunos, a cor escolhida para representar a categoria, o destaque para as respostas do Qi e Qf, além de indicar quantos alunos trouxeram relatos (respostas) relacionados à categoria em discussão.

Vale ressaltar que as respostas foram obtidas através da plataforma *Google* formulário, durante encontro síncrono com os alunos. As respostas foram organizadas e analisadas para cada categoria correspondente. A seguir foi apresentado todas as questões, as categorias e a análise das observações dos alunos.

4.2 A Percepção dos alunos utilizando a Análise de conteúdo de Bardin para construção da análise de dados

Com os questionários e todo material coletado durante a intervenção, precisávamos organizá-los para a análise. Para isso, utilizamos a metodologia de Análise de Conteúdo de Bardin (2016), sendo assim escolhemos este capítulo para enfatizar o que a pesquisadora define em cada tópico, quando se escolhe trabalhar com a Análise de conteúdo para construir a análise de dados.

Pré-Análise

Refere-se à fase de organização dos dados com o objetivo de constituir o corpus da pesquisa. “O corpus é o conjunto dos documentos tidos em conta para serem submetidos aos procedimentos analíticos” (BARDIN, 2016, p. 126). Compor nosso corpus da pesquisa se mostrou uma tarefa desafiadora, o que demandou escolhas para a elaboração de estratégias a serem utilizadas na análise. Contávamos em mãos com os diversos instrumentos de coleta de dados. Daí então surgem alguns questionamentos: O que fazer com todo esse material? Com quais opções contávamos para utilizar na pesquisa? A partir desse cenário fizemos a leitura flutuante, ou seja, estabelecendo um contato com os dados, com isso buscamos uma primeira percepção das mensagens neles contidas, deixando-nos “invadir por impressões, representações, emoções, conhecimentos e expectativas” (FRANCO, 2008, p. 52). Para nos auxiliar com esses questionamentos já que estávamos tentando ultrapassar a compreensão imediata, recorreremos aos preceitos apresentados por Bardin (2016).

Exploração do Material

Nessa fase, o corpus conjunto de documentos coletados no decorrer da pesquisa que foi pré-estabelecido deverá ser estudado mais profundamente, com o objetivo de estabelecer as unidades de registro e unidades de contexto. “Os resultados brutos são tratados de maneira a serem significativos (falantes) e válidos” (BARDIN, 2016, p. 101). Na verdade, com uma Pré-análise bem realizada, essa fase segundo Bardin “não é mais do que a administração sistemática das decisões tomadas” (BARDIN, 2016, p. 101). Assim, partimos para a determinação das unidades de registro. “A Unidade de Registro é a menor parte do conteúdo, cuja ocorrência é registrada de acordo com as categorias levantadas” (FRANCO, 2008, p. 41). Os registros, de acordo com Franco (2008), podem ser de distintos tipos que podem estar inter-relacionados: a palavra, o tema, o personagem, o item. Escolhemos o tema como nossa “unidade de registro” por ser uma afirmação sobre determinado assunto que envolve “não apenas componentes racionais, mas também ideológicos, afetivos e emocionais” (FRANCO, 2008, p. 43). Segundo Bardin, o tema “é a unidade de significação que se liberta naturalmente de um texto analisado segundo certos critérios relativos à teoria que serve de guia à leitura” (2016, p. 105). Voltamos aos dados, por meio dos procedimentos metodológicos aplicados, os registros orais (entrevistas coletivas e transcrições dos encontros presenciais) e escritos (fóruns de discussão, registros reflexivos, atas), constituídos nos encontros presenciais e não presenciais, e fomos explorá-los. Olhamos para cada um de maneira isolada, buscando as unidades de significação a partir de temas. Bardin (1977) aponta que, em alguns casos, o uso de computadores pode ser interessante para a análise de conteúdo, como, por exemplo, quando a unidade de registro é a palavra. Em outros casos, a utilização de computadores pode ser ineficaz quando a análise for exploratória ou a unidade de codificação for grande (discurso ou artigo), como foi o nosso caso. Assim, optamos por fazer um trabalho de análise “artesanal”.

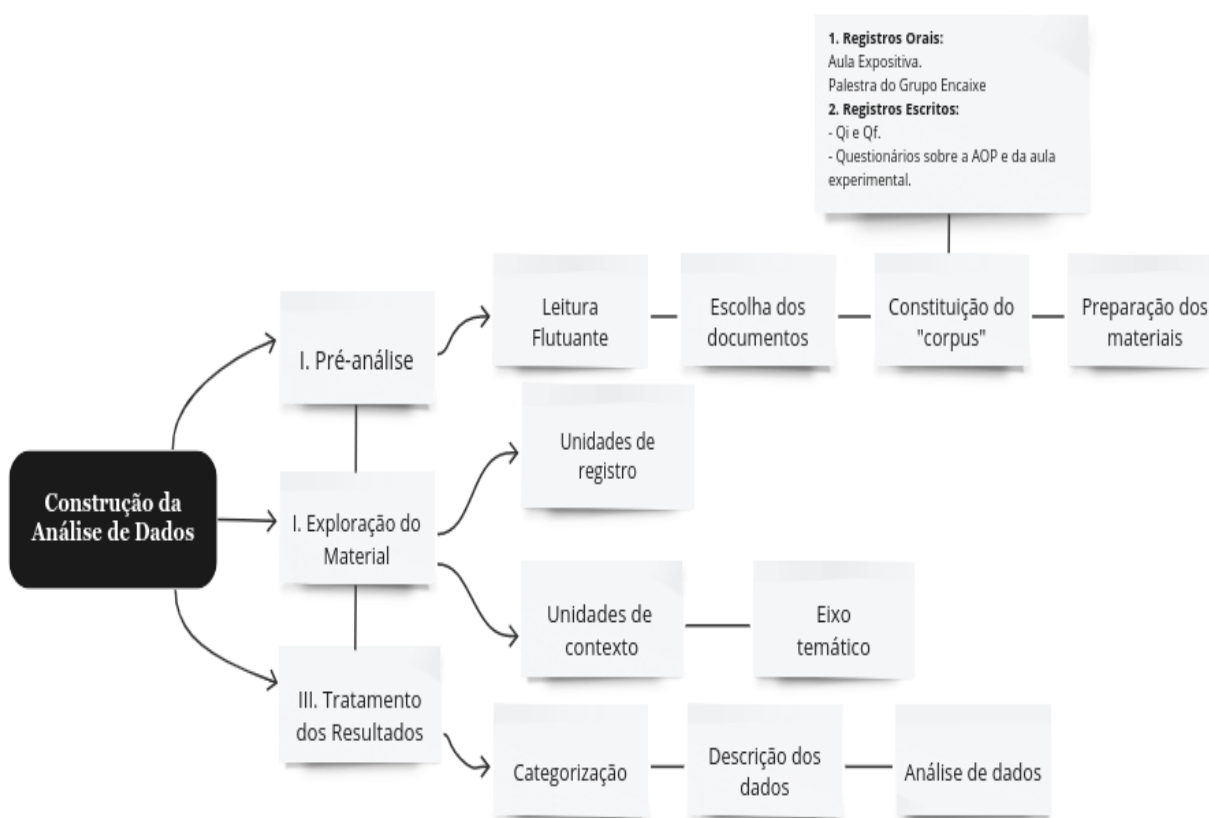
Tratamento dos resultados

Nessa fase podemos destacar a inferência e a interpretação, os dados coletados foram tratados de maneira que pudessem ser significativos fazendo uso, no caso de nossa pesquisa, de quadros, estabelecendo, os eixos temáticos e da tabela de recorrências e as diferenças, as categorias de análise da pesquisa, que segundo Bardin (2016, p. 117) emergem por meio de uma “operação de classificação de elementos constitutivos de um conjunto, por diferenciação e, seguidamente, por reagrupamento segundo o gênero (analogia), com os critérios previamente

definidos”. Esse trabalho detalhado foi importante, pois permitiu maior aprofundamento dos dados, uma vez que, a cada passo, fazíamos muitas leituras deles, o que nos possibilitou ir percebendo que detalhes que poderiam ter ficado de lado, não fosse esse processo de idas e vindas pelos dados obtidos. Assim, fomos buscar o estabelecimento das categorias, ponto crucial para nossa análise, mirando sempre na questão de investigação, no objetivo da pesquisa e na teoria que seria nosso fio condutor.

A figura 14 mostra o esquema detalhado do desenvolvimento da análise e discussões dos resultados, baseados no método de Bardin (2016).

Figura 14. Esquema do desenvolvimento da análise dos resultados.



Fonte: autora (2021).

No tópico posterior discutiremos cada campo de discussão descrevendo na análise dos resultados a discussão de cada um deles, de forma a relacionar um campo com o outro e com a pesquisa no geral. A proposta para cada campo de discussão é explicitada a seguir: I) A aprendizagem dos conceitos; II) percepção dos estudantes acerca da Educação CTSA a partir das falas dos alunos e III) Reflexão das pesquisadoras sobre o material analisado, discutindo as

possibilidades e os desafios vivenciados durante a elaboração e a realização das etapas metodológicas dentro de uma Educação CTSA.

Questão 01. Discorra a respeito do que você sabe sobre o Petróleo, como características, uso, informações que você julgue relevante.

- **Objetivo:** verificar o conhecimento que o aluno possui sobre o petróleo, que faz parte do objeto de estudo dessa pesquisa.

- **O que diz a literatura:** o petróleo é todo e qualquer hidrocarboneto líquido, em seu estado natural, a exemplo do óleo cru e condensado (PETROBRAS, 2010).

Para essa questão, após a leitura das respostas do Qi e Qf, optou-se por utilizar quatro (4) categorias para classificar as respostas dadas pelos alunos: derivados do petróleo (categoria 1), características físico-químicas (categoria 2), fonte de energia (categoria 3) e não condizente (categoria 4). Com relação às cores, organizou-se por amarela, rosa, azul e lilás, respectivamente. A seguir, foi possível apresentar as observações e considerações por cada categoria de resposta.

- *Categoria 1: derivados do petróleo* – essa categoria foi considerada as respostas cujo aluno relacionou ao uso dos derivados do petróleo seguindo a definição exposta por Petrobras (2010), tanto no uso como combustível quanto em materiais presentes no dia a dia dos alunos, como o plástico, por exemplo.

No quadro 9 podemos observar as respostas dadas pelos alunos no Qi e no Qf que condizem com o que está sendo discutido nesta categoria de análise.

Quadro 9. Exemplos de respostas da questão 1 referentes à categoria 1: derivados do petróleo.

Questão 01	Nº de alunos	Categoria 1: “Derivados do petróleo”
------------	--------------	--------------------------------------

Questionário inicial	5	“O petróleo é utilizado para fazer a gasolina, plásticos e até mesmo asfalto.” “O petróleo dá origem a várias coisas de nosso uso e é um dos produtos mais exportados do nosso país.” “Eu sei que ele é usado para fazer combustível, plástico e borracha, não sei muita coisa sobre.”
Questionário final	10	“É uma matéria-prima do qual se extrai o combustível para os automóveis.” “O petróleo é uma matéria-prima não-renovável e que hoje é muito importante para a economia mundial. O petróleo é muito utilizado para fazer combustíveis fósseis, plástico, asfalto dentre muitas outras coisas utilizadas aos montes pelas civilizações modernas.” “É uma substância muito importante, com ele os carros conseguem funcionar e outras máquinas.”

Fonte: autora (2021)

Primeiramente analisaremos o conteúdo das respostas, em seguida a quantidade numérica de respostas no Qi e Qf. As respostas apresentadas pelos alunos, citadas no quadro 9, pertencem aos mesmos alunos, tanto no Qi quanto no Qf, seguindo a ordem, respectivamente.

Assim, verifica-se que no Qi as respostas são mais literais, diretas e bastante específicas, não que possamos julgá-las como erradas ou equivocadas, porém, ao compararmos com as respostas do Qf, é possível destacar o amadurecimento científico dos alunos. Por exemplo, quando o aluno coloca em seu Qf que “o petróleo é não-renovável, porém muito importante para a economia mundial” e que “o plástico e o asfalto são bastante utilizados pela civilização moderna” isso demonstra que o conhecimento por ele adquirido após a realização das etapas do projeto, foi ampliado, fazendo com que ele consiga fazer essa correlação. Na resposta que trata da “matéria-prima do qual se extrai combustível para os automóveis” e “com ele os carros e outras máquinas conseguem funcionar”, demonstrando a utilização dos derivados do petróleo, mais especificamente os combustíveis.

Sobre o quantitativo de respostas para a categoria “derivados do petróleo”, podemos verificar que houve um aumento na quantidade de alunos que utilizaram os derivados como resposta, inicialmente havia 5 respostas, já no Qf 10 alunos responderam utilizando os derivados do petróleo. Isso reforça a importância das diversas exposições ocorridas durante as aulas, onde constantemente levantamos o uso dos derivados do petróleo, para que os alunos

compreendessem a importância do petróleo, além de trazer em discussão o fato de a sociedade capitalista ser, em sua maior parte, dependente do uso dos derivados do petróleo (FARAH, 2012).

- *Categoria 2: Uso de características físico-químicas* – nessa categoria analisaremos as características físico-químicas descritas por Farah (2012), propriedades físicas como: ponto de ebulição, densidade, odor, acidez e viscosidade e propriedades químicas como: compostos nitrogenados e sulfurados (derivados do nitrogênio e enxofre), oxigênio e matéria orgânica decomposta.

Vejamos no quadro 10 as respostas dadas pelos alunos, que condizem com o que está sendo discutido nesta categoria e a cor representante desta categoria será rosa.

Quadro 10. Exemplos de respostas da questão 1 referentes à categoria 2: Características físico-químicas

Questão 01	Nº de alunos	Categoria 2: “Características físico-químicas”
Questionário inicial	14	“Petróleo é um combustível fóssil que corresponde a uma substância oleosa cuja densidade é inferior à da água e é inflamável. É considerado um dos principais recursos naturais utilizados como fonte de energia da atualidade.” “Ele é basicamente uma mistura de compostos orgânicos feito pela decomposição de pequenos animais, se não me engano, marinhos.” “Eu sei que o petróleo é um combustível fóssil.”
Questionário final	6	“É um combustível fóssil, é um líquido de cor preta, é bastante viscoso, é menos denso que a água.” “Sei que o petróleo é um combustível fóssil composto por carbono e hidrogênio, e que tem origem na decomposição da matéria orgânica.” “O petróleo é formado por uma mistura de compostos orgânicos, principalmente hidrocarbonetos associados a pequenas quantidades de outras classes de compostos que contêm nitrogênio, oxigênio e enxofre.”

Fonte: autora (2021).

Nessa categoria percebemos uma diminuição no número de respostas, se compararmos o Qi e o Qf, isso indica que os alunos inicialmente ao responderem o Qi tinham uma visão um pouco literal do petróleo considerando a composição dele o que tem de mais relevante quando perguntados sobre suas características. após as etapas do projeto onde o foco principal era de levar o aluno a expandir seus conhecimentos, percebe-se uma diminuição do número de respostas no Qf isso muito deve-se ao fato de durante o projeto o foco ser o de demonstrar que o petróleo é uma fonte de energia não renovável e que o uso indiscriminado de seus derivados causa impactos negativos a longo prazo, reflexo disso é o aumento de respostas ao Qf na primeira categoria a de “derivados” e na que iremos discutir posteriormente a de “fonte de energia”. Para Santos e Schnetzler (2015) a Química em uma abordagem CTSA deve fugir do ensino tradicionalista, onde o conhecimento empírico prevalece, entre os propósitos de um ensino de Química contextualizado e não obstante da realidade do aluno, ensinar as ciências exige de quem a transmite um alto grau de comprometimento em perceber que o mundo está em constante modificação, sendo importante e necessária a permanente busca por construir entendimento acerca de novas formas de conceber os fenômenos naturais e os impactos que estes têm sobre a vida de cada um. Segundo Sasseron (2015, p. 51) “São, portanto, ciência e sociedade, transformadas e transformadoras.”

- *Categoria 3: fonte de energia* – a escolha dessa categoria para análise e discussão é de suma importância já que durante o projeto a procura em trazer à tona a utilização de fontes de energia renováveis nas matrizes energéticas nesse caso o biodiesel em consonância ao uso do óleo *diesel* oriundo de fonte não-renovável, mas ainda fazer com que o aluno compreenda o papel do petróleo como fonte de energia, embora saibamos do seu papel como grande agente poluidor.

Vejamos o quadro 11 as respostas dadas pelos alunos, que condizem com o que está sendo discutido nesta categoria e a cor representante desta categoria será a azul.

Quadro 11. Exemplos de respostas da questão 1 referentes à categoria 3: Fonte de energia

Questão 01	Nº de alunos	Categoria 3: “Fonte de energia”
Questionário inicial	10	“É um combustível fóssil considerado uma das principais fontes de energia hoje em dia.” “É um combustível fóssil não-renovável usado como principal fonte de energia hoje em dia” “Um combustível fóssil bastante usado como fonte de energia para diversas coisas.”
Questionário final	13	“É um combustível fóssil oleoso, sendo a principal matéria-prima para a produção de energia.” “É necessário para gerar combustíveis usados principalmente em veículos terrestres, aéreos e marinhos.” “Sei que é uma fonte não renovável de energia.”

Fonte: autora (2021)

No Qi, um aluno utiliza o seguinte argumento para responder à questão: “Um combustível fóssil bastante usado como fonte de energia para diversas coisas”. O termo “coisas” que o aluno utiliza para falar remete a uma insegurança ou falta de maior informação sobre o que ele está se referindo, a falta de exemplos deixa uma lacuna a ser preenchida o que nos faz perceber que após o projeto, no Qf o aluno apresenta maior apropriação de alguns conceitos que foram desenvolvidos após a intervenção.

Ao compararmos os conhecimentos prévios dos alunos, o aumento nas respostas a essa categoria demonstra a importância em esclarecer para os alunos a utilização na prática das fontes de energia, Chassot (2003) ao defender a Ciência como linguagem nos lembra da importância de quebrarmos a imagem de asséptica e isenta que esse ramo de estudo traz ao longo dos tempos, quando o aluno entende o que está sendo estudado junto a sua realidade, caminhamos para um ensino desconstruindo o tradicionalismo.

- *Categoria 4: não condizem* – essa categoria relaciona as respostas com aquilo que não condiz; que não se adapta; incompatível, incoerente com o que foi perguntado.

No quadro 12 as respostas dadas pelos alunos, que condizem com o que está sendo discutido nesta categoria e a cor representante desta categoria será a lilás.

Quadro 12. Exemplos de respostas da questão 1 referentes à categoria 4: não condizem.

Questão 01	Nº de alunos	Categoria: “Não condizem”
Questionário inicial	1	“Observação”
Questionário final	0	

Fonte: autora (2021)

Nesta categoria verificou-se apenas uma resposta dada ao Qi, não condizente com o que a questão estava tratando. Ao final podemos visualizar que todos os alunos analisados responderam à questão.

Questão 02. Você conhece um ou mais derivados do Petróleo? Por favor escreva-os aqui.

- **Objetivo:** identificar as respostas o conhecimento prévio sobre os derivados do petróleo.
- **O que a literatura diz:** Processo de refino que converte óleos destilados pesados em frações leves de maior valor comercial, tais como gasolinas, gás liquefeito de petróleo (GLP) e naftas (PETROBRAS, 2010).

Para a discussão desta questão utilizaremos as seguintes categorias: até 2 exemplos; até 3 exemplos; 4 ou mais exemplos.

- *Categoria 1: até 2 exemplos de derivados do petróleo* - nesta categoria a discussão foi baseada na quantidade de exemplos que os alunos utilizaram para responder à questão 2, levando em consideração o que foi descrito por Farah (2012): O refino de petróleo é, basicamente, um conjunto de processos físicos e químicos que tem como objetivo transformar essa matéria-prima em derivados. o passo inicial desse processo é dado pela destilação atmosférica, que consiste em fracionar o óleo ainda cru. Essa operação é realizada em colunas de fracionamento, que possuem tamanhos variados, após os vários

estágios de separação, obtém-se os derivados deste fracionamento que são, principalmente, gás, GLP, nafta, gasolina, querosene, óleo diesel e resíduo atmosférico. As frações citadas, retiradas ao longo da coluna em seus vários estágios de separação, são tratadas, e transformadas em produtos.

Por se tratar de uma questão com respostas mais diretas, sem requerer do aluno um teor argumentativo em suas respostas, mostraremos as categorias e ao final discutiremos as quantidades de exemplos dados para cada categoria.

Vejamos o quadro 13 as respostas dadas pelos alunos, que condizem com o que está sendo discutido nesta categoria e a cor representante desta categoria será a azul.

Quadro 13. Exemplos de respostas da questão 2 referentes à categoria 1: até 2 exemplos.

Questão 02	Nº de alunos	Categoria 1: “Até 2 exemplos”
Questionário inicial	11	“Gasolina e Querosene.” “Nafta: matéria-prima para a indústria petroquímica e gasolina.” “Gasolina e óleo diesel.”
Questionário final	3	“Conheço dois, o óleo diesel e a gasolina.” “Querosene e gasolina.” “GLP e querosene.”

Fonte: autora (2021)

Na análise numérica podemos perceber uma discrepância nas quantidades de Qi e Qf, à primeira vista, nos causa estranhamento depois da intervenção apenas três alunos terem entrado

nesta categoria, porém devemos lembrar que o quadro 13 refere-se a uma quantidade limitada de exemplos dos derivados do petróleo, nos quadros 14 e 15 perceberemos um aumento de respostas no Qf, é possível constatar que o conhecimento de mais derivados eram bastantes restritos aos mais conhecidos comercialmente falando.

Vejamos o quadro 14 as respostas dadas pelos alunos, que condizem com o que está sendo discutido nesta categoria e a cor representante desta categoria será a verde.

Quadro 14. Exemplos de respostas da questão 2 referentes à categoria 2: até 3 exemplos.

Questão 02	Nº de alunos	Categoria 2: “Até 3 exemplos”
Questionário inicial	9	“Gasolina, querosene, óleo diesel.” “Gasolina, plásticos, alguns cosméticos.” “Gasolina, querosene e nafta.”
Questionário final	12	“Gasolina automotiva; Combustível de aviação; Óleo diesel.” “sim, a gasolina automotiva, querosene e óleo diesel. Esses são os derivados que me lembro nesse momento.” “Óleo lubrificante, gasolina, querosene...”

Fonte: autora (2021)

Nessa categoria já podemos perceber o aumento de respostas no Qf em relação ao quadro anterior, quanto a quantidade de exemplos dada pelos alunos, isso deve-se também ao fato de que durante o desenvolvimento das etapas principalmente a aula expositiva, onde destacamos a grande quantidade de derivados do petróleo, os alunos assimilarem os demais subprodutos tão importantes quanto os já mencionados no quadro, ou seja, além dos já conhecidos popularmente a exemplo do óleo lubrificante e combustível de aviação, em alguns casos é muito comum que as pessoas associem a gasolina e óleo diesel como combustível para qualquer tipo de veículo.

Vejamos o quadro 15 as respostas dadas pelos alunos, que condizem com o que está sendo discutido nesta categoria e a cor representante desta categoria será um tom de vermelho.

Quadro 15. Exemplos de respostas da questão 2 referentes à categoria 3: 4 ou mais exemplos.

Questão 02	Nº de alunos	Categoria 3: “4 ou mais exemplos”
Questionário inicial	4	“Sim. Gasolina, querosene, diesel e etanol...” “Gás de petróleo, gás liquefeito de petróleo, gasolina, querosene e etc.” “Os que eu sei: querosene, gasolina, óleo diesel, óleo combustível e a nafta.”
Questionário final	19	“Gasolina automotiva; Combustível de aviação; Óleo diesel e gasolina.” “sim, a gasolina automotiva, querosene de avião, gás liquefeito e óleo diesel. Esses são os derivados que me lembro nesse momento.” “Óleo lubrificante, gasolina, querosene e nafta...”

Fonte: autora (2021).

No quadro 15 é possível verificar que o conhecimento prévio dos alunos poucos incluíram 4 exemplos ou mais de derivados, ou seja, nessa categoria pouco mais de 13% dos sujeitos participantes da pesquisa apresentaram conhecimento abrangente nessa questão, após a intervenção utilizando abordagem CTSA como ferramenta para o Ensino de Química aliado a Educação Ambiental esse número subiu para 19 respostas, em termos percentuais isso representa 65% dos alunos participantes, respondendo de forma mais abrangente incluindo em suas respostas um número maior de derivados conhecidos agora por eles durante o projeto.

Questão 03. Na sua opinião o uso do petróleo e seus derivados causam algum prejuízo ambiental ao nosso planeta? Por favor, explique sua resposta.

- **Objetivo:** Averiguar a forma em que eles associam os prejuízos ambientais causados pelo petróleo e seus derivados.

- **O que diz a literatura:** As emissões antrópicas de CO₂, o gás que mais contribui para a intensificação do efeito estufa, decorrem principalmente da queima de combustíveis fósseis (carvão, petróleo e gás natural), em usinas termoeletricas e indústrias, veículos em circulação e sistemas domésticos de aquecimento (BRASIL, 1999).

Para a discussão desta questão utilizaremos as seguintes categorias: danos associados à saúde dos seres vivos (categoria 1), identificamos esta categoria com a cor amarela; danos associados ao meio ambiente em geral (categoria 2), identificamos esta categoria com a cor azul; danos associados à atmosfera (categoria 3), identificamos esta categoria com a cor verde.

- *Categoria 1: Danos associados à saúde dos seres vivos* - essa categoria procura averiguar as respostas dadas que foram associadas a danos causados diretamente à saúde dos seres vivos, embora a pergunta esteja direcionada aos danos causados ao planeta, verificamos a ocorrência de respostas voltadas diretamente aos seres vivos, segundo Guarieiro et al. (2011) nos seres humanos a exaustão dos carros a diesel é responsável por lançar na atmosfera partículas de diferentes tamanhos, chamados materiais particulados no conteúdo dessas partículas podem estar presentes: composto de material parcialmente queimado, matéria orgânica do combustível e do óleo lubrificante, carbono elementar, sulfatos, mercaptanas, óxidos metálicos, hidrocarbonetos policíclicos aromáticos, compostos reduzidos de enxofre, entre outros componentes; esse material pode se acomodar em diferentes regiões do sistema respiratório humano causando danos como, mortes prematuras, asma crônica e aumento de internações hospitalares de crianças e pessoas idosas.

Vejamos o quadro 16 as respostas dadas pelos alunos, que condizem com o que está sendo discutido nesta categoria e a cor representante desta categoria será a amarela.

Quadro 16. Exemplos de respostas da questão 3 referentes à categoria 1: danos associados a saúde dos seres vivos.

Questão 03	Nº de alunos	Categoria 1: “danos associados a saúde dos seres vivos”
Questionário inicial	10	“Sim, animais podem morrer e também tem a questão que ele demora a se renovar” “Sim, pois pode afetar a cadeia alimentar.” “Sim, pois quando ele fica no meio ambiente dificulta a vida que tem naquele lugar intoxicando animais marinhos, por exemplo.”
Questionário final	3	“Sim, navios petroleiros podem provocar sérios danos ao meio ambiente, matando vários peixes, aves marinhas e outras espécies de animais marinhos; isso acontece durante o transporte de combustível, com vazamentos em grande escala.” “O contato com o petróleo cru causa efeitos gravíssimos principalmente em plantas e animais. O óleo recobre as penas e o pelo dos animais, sufoca os peixes, mata o plâncton e os pequenos crustáceos, algas e plantas na orla marítima. Nos mangues, o petróleo mata as plantas ao recobrir suas raízes, impedindo sua nutrição.” “Sim, os derivados do petróleo, eles causam doenças respiratórias nas pessoas.”

Fonte: autora (2021)

As respostas agrupadas nesta categoria estão diretamente relacionados aos danos causados pelo uso excessivo de derivados do petróleo, que acarretam prejuízos significativos à saúde dos seres vivos. No Qi podemos perceber que os alunos estão cientes dos prejuízos causados pois responderam sim a este questionamento que a questão traz em um primeiro momento, como a questão deixa explícita dois questionamentos, no segundo momento as respostas a esta categoria associam os danos principalmente aos animais e como alguns fatores

podem alterar a cadeia alimentar, porém sem detalhar como essa alteração acontece de fato, o que demonstra um conhecimento superficial acerca desse assunto é válido ressaltar que a questão é bem direta. No Qf temos um total de 3 alunos que responderam de forma que condizem com o discutido nesta categoria, essa diminuição no número de respostas podemos caracterizar como sendo algo que foi esclarecido durante a intervenção, relacionar de maneira coerente os conhecimentos adquiridos, ao que está sendo perguntado, como veremos a seguir nas demais categorias, os alunos compreenderam ao que a questão se referia, ao que de fato estava sendo direcionado.

- *Categoria 2: Danos associados ao meio ambiente em geral* - esta categoria traz as respostas condizentes ao que foi perguntado sobre os prejuízos ambientais, então selecionamos aqui as respostas que de uma forma mais abrangente apontaram danos ao ecossistema em geral.

Vejamos o quadro 17 as respostas dadas pelos alunos, que condizem com o que está sendo discutido nesta categoria e a cor representante desta categoria será a azul.

Quadro 17. Exemplos de respostas da questão 3 referentes à categoria 2: danos associados ao meio ambiente em geral.

Questão 03	Nº de alunos	Categoria 2: “danos associados ao meio ambiente em geral”
Questionário inicial	9	“Sim, quando lançado na natureza ele pode prejudicar bastante principalmente nos mares.” “Sim, prejudica muito o meio ambiente, como os mares” “Sim, já que plástico é um dos principais poluentes do planeta”
Questionário final	10	“Sim. Porque quando o petróleo vaza de um barco que está carregando-o, ele fica na superfície do mar, com isso impede as plantas marítimas de se nutrir. Seus derivados também trazem vários impactos negativos ao meio ambiente, como o plástico que demora anos para se decompor.” “Sim, a utilização do petróleo em si já é bem prejudicial e traz graves riscos para todo o meio ambiente, os seus derivados gradativamente vão acabando com o planeta” “Sim, problemas como aquecimento global, chuva ácida, perda da biodiversidade e esgotamento das fontes.”

Fonte: autora (2021).

No quadro 17 é possível visualizarmos as respostas desta categoria, o objetivo da nossa discussão nesta categoria não é em comparar o número de respostas no Qi e Qf, afinal a diferença quando falamos em porcentagem por exemplo é quase irrelevante. Porém é importante analisarmos que ao responder a questão 3, utilizando os critérios dessa categoria, entende-se que esses alunos compreenderam o que estava sendo perguntado com isso utilizando problemas ambientais de forma consistente em suas retóricas, sobre o conteúdo do que foi respondido, vamos é necessário colocarmos aqui um exemplo, do quanto o conhecimento prévio simplista colocado, deu lugar a uma reconstrução do conhecimento de forma mais consolidada, por exemplo “Sim, prejudica muito o meio ambiente, como os mares”; já no Qf

“Sim. Porque quando o petróleo vaza de um barco que está carregando-o, ele fica na superfície do mar, com isso impede as plantas marítimas de se nutrir[...].”

- *Categoria 3: Danos associados à atmosfera* - nesta categoria agrupamos as respostas que associam diretamente os prejuízos ambientais causados pelos derivados do petróleo a atmosfera, diferente das categorias anteriores, esta contempla o que foi respondido de maneira a citar gases associados a queima dos combustíveis fósseis.

Vejamos o quadro 18 as respostas dadas pelos alunos, que condizem com o que está sendo discutido nesta categoria e a cor representante desta categoria será a verde.

Quadro 18. Exemplos de respostas da questão 3 referentes à categoria 3: danos associados à atmosfera.

Questão 03	Nº de alunos	Categoria 3: “danos associados à atmosfera”
Questionário inicial	10	“Sim. A poluição que é liberada pelos transportes públicos ou privados que dependem do uso de combustíveis é um dos prejuízos.” “Ele traz sim, entre os piores danos está a produção de gases poluentes e transporte de combustível.” “Sim, por conta da produção de gases poluentes.”
Questionário final	16	“Gasolina utilizada nos carros, que ao serem utilizadas, transformam-se em gases poluentes que sobem para a atmosfera e intensificam o efeito estufa. Além disso, também tem o mal que o plástico causa ao meio ambiente por ser um produto de longínqua durabilidade e muitos outros.”

		“Sim, principalmente com os combustíveis que são utilizados nos automóveis, quando queimados geram gases muito prejudiciais a atmosfera” “Causam sim, a emissão de gases desses produtos prejudica tanto o meio ambiente, como a saúde das pessoas, pois a queima do combustível derivado do petróleo polui a atmosfera.”
--	--	---

Fonte: autora (2021).

Visualiza-se no quadro 18 um aumento significativo nas respostas dadas no Qf, podemos atribuir esse aumento ao trabalho realizado durante as etapas do projeto, onde através da abordagem CTSA buscou-se mostrar especificamente os prejuízos que o uso dos combustíveis fósseis causam a atmosfera, intensificando a concentração dos gases do efeito estufa, o que provoca um aumento considerável a temperatura terrestre consequentemente tornando a sensação térmica menos tolerável a manutenção da vida na Terra (GUARIEIRO et al., 2011). Principalmente nas etapas de realização da aula expositiva e da palestra do grupo Encaixe buscamos inserir um conhecimento contextualizado onde o aluno consiga compreender a dimensão de problemas ambientais como os colocados na questão e consiga obter um conhecimento mais significativo, aprofundado e com base científica, como o uso do artigo na 2ª etapa, como mostra a figura 13.

Questão 04. O que você entende sobre o fenômeno chamado Aquecimento Global, explique com suas palavras.

- **Objetivo:** verificar se os sujeitos da pesquisa conseguem conectar o fenômeno ao uso de combustíveis fósseis, como citados nas questões anteriores.
- **O que diz a literatura:** Aumento estimado da temperatura média global da superfície ao longo de um período de 30 anos, ou ao longo do período de 30 anos centrado em um ano ou década específica, expressa em relação aos níveis pré-industriais, a menos que especificado de outra forma. As alterações climáticas podem ser devidas a processos internos naturais ou forças

externas, como modulações de ciclos solares, erupções vulcânicas e mudanças antropogênicas persistentes na composição da atmosfera ou uso da terra (IPCC, 2018).

Para a discussão desta questão utilizaremos as seguintes categorias: o uso de combustíveis fósseis (categoria 1), para identificar esta categoria usaremos a cor vermelha; associados ao efeito estufa (categoria 2), para identificar esta categoria usaremos a cor laranja.

- *Categoria 1: O uso de combustíveis fósseis* - esta categoria foi criada para as respostas que associam os efeitos do aquecimento global a utilização dos derivados do petróleo mais especificamente os combustíveis fósseis.

Vejamos o quadro 19 as respostas dadas pelos alunos, que condizem com o que está sendo discutido nesta categoria e a cor representante desta categoria será a amarela.

Quadro 19. Exemplos de respostas da questão 4 referentes à categoria 1: o uso de combustíveis fósseis.

Questão 04.	Nº de alunos	Categoria 1: “o uso de combustíveis fósseis”
Questionário inicial	7	“O aquecimento global é o aumento de temperatura terrestre que é causado por algumas ações humanas, como a queima de combustível e o desmatamento.” “Ele acontece pela concentração e liberação de gases na atmosfera que gera um aquecimento da temperatura.” “É o acúmulo da poluição de queimadas e dos combustíveis na camada de ozônio atmosfera que gera um aquecimento da temperatura.”
		“O aquecimento global, é um fenômeno que se dá por conta da emissão de gases poluentes na atmosfera, emitidos na queima de carvão, ou pelos transportes e seus combustíveis, o que causa o aumento da temperatura e mudanças climáticas no planeta Terra.”

Questionário final	20	“Aquecimento global é o aumento gradativo da temperatura de oceanos e da atmosfera devido ao aumento de gases emitidos pelo homem na terra, e pelo uso em grande escala do petróleo.” “Aquecimento global é o superaquecimento da terra, onde há emissão exacerbada da queima de combustíveis que liberam gases na natureza e provocam esse fenômeno.”
--------------------	----	--

Fonte: autora (2021).

Antes de iniciarmos as etapas do projeto apenas 7 alunos utilizaram como resposta a essa pergunta, que o uso dos combustíveis fósseis contribuem significativamente para o fenômeno que é o aquecimento global. Já no Qf esse número de respostas aumentou consideravelmente subindo para 17, acreditamos que ficou mais evidente para os estudantes o papel que os derivados do petróleo têm com relação aos efeitos nocivos a manutenção da vida na Terra, com isso contribuindo para o aumento da temperatura (IPCC, 2018). As etapas que antecederam o Qf foram planejadas justamente com foco em abordar os combustíveis fósseis, mais especificamente uso do óleo *diesel*, como protagonista das ações antrópicas que contribuem para o fenômeno citado na questão, sendo assim podemos concluir que o objetivo do projeto explorado na questão obteve sucesso.

- *Categoria 2: Associados ao efeito estufa* - o conteúdo das respostas agrupadas nesta categoria, contemplam aquelas que justificam o aquecimento global utilizando a associando esse fenômeno ao efeito estufa.

Vejamos o quadro 20 as respostas dadas pelos alunos, que condizem com o que está sendo discutido nesta categoria e a cor representante desta categoria será a amarela.

Quadro 20. Exemplos de respostas da questão 4 referentes à categoria 2: associados ao efeito estufa.

Questão 04	Nº de alunos	Categoria 2: “associados ao efeito estufa”
Questionário inicial	22	“O aumento da temperatura da Terra por causa dos gases de efeito estufa na atmosfera” “O aquecimento global é a intensificação do efeito estufa que acaba gerando desastres ambientais.” “É o aumento da temperatura da terra, causado por gases que aumentam o efeito estufa.”
Questionário final	9	“Intensificação do Efeito Estufa, que é causado principalmente por gases poluentes liberados pela população.” “O aquecimento global é o processo de mudança da temperatura média global da atmosfera e dos oceanos. O acúmulo de altas concentrações de gases de efeito estufa na atmosfera bloqueia o calor emitido pelo sol e o prende na superfície terrestre, aumentando a temperatura média da terra.” “O aquecimento global é o processo de aumento da temperatura média dos oceanos e da atmosfera da Terra causado por emissões de gases que intensificam o efeito estufa, por uma série de atividades humanas, especialmente a queima de combustíveis fósseis.”

Fonte: autora (2021).

Na discussão desta categoria é importante ressaltar, a diferença entre as respostas dadas ao Qi e o Qf, no primeiro momento ao verificarmos que de 22 alunos que demonstraram no conhecimento prévio, aliar aquecimento global ao efeito estufa, apenas 9 alunos fizeram essa mesma associação no final das etapas, para isso é necessário voltarmos a categoria anterior e

refletir que a intervenção feita sensibilizou os alunos acerca do papel da temática estudada por eles o uso do biodiesel em consonância ao óleo *diesel* comercial, acarretando nas porcentagens vistas na 1ª categoria desta questão. Além do fato das respostas ao Qi mostrarem um certo equívoco, por exemplo ao responsabilizar o aquecimento global a liberação de gases do efeito estufa, quando na verdade sabe-se que o efeito estufa é uma proteção necessária para o nosso planeta, que mantem o equilíbrio térmico essencial para a sobrevivência dos seres vivos, a problemática é o aumento na concentração desses gases na atmosfera o que resulta na intensificação do efeito estufa, conhecido como aquecimento global (IPCC, 2018).

Questão 05. Você saberia diferenciar energia renovável de energia não-renovável, se sim explique-os com suas palavras.

- **Objetivo:** analisar nas respostas dadas se eles sabem diferenciar os dois tipos de energia.
- **O que diz a literatura:** As fontes de energia que pertencem a este grupo são consideradas inesgotáveis, pois suas quantidades se renovam constantemente ao serem usadas. As fontes de energia que pertencem a este grupo são finitas ou esgotáveis (EPE, 2010).

Para a discussão desta questão utilizaremos as seguintes categorias: definição literal (categoria 1), identificaremos esta categoria pela cor verde; exemplos de energias renováveis e não renováveis (categoria 2), identificaremos esta categoria pela cor azul; prejuízos ao meio ambiente (categoria 3), identificaremos esta categoria pela cor lilás.

- *Categoria 1: Definição literal* - vimos a necessidade de criar esta categoria, para agrupar as respostas que apresentam o conceito literal dos termos renovável e não renovável sem explorar a abrangência intrínseca a esse tema e respostas sem muita elaboração.

Vejamos o quadro 21 as respostas dadas pelos alunos, que condizem com o que está sendo discutido nesta categoria e a cor representante desta categoria será a amarela.

Quadro 21. Exemplos de respostas da questão 5 referentes à categoria 1: definição literal.

Questão 05	Nº de alunos	Categoria: “definição literal”
Questionário inicial	10	“Energias renováveis tem fontes que se renovam e a energia não-renovável são as que as fontes não se renovam.” “Renovável é aquela que pode ser renovada e a não renovável é aquela que não pode.” “As renováveis possuem um ciclo de renovação e não renováveis são as que acabam e não se renovam.”
Questionário final	1	“A energia renovável usa recursos que se regeneram e as não-renováveis não se regeneram.”

Fonte: autora (2021).

No quadro 21 é possível analisar que a no Qi 10 dos 29 alunos responderam a essa questão utilizando o sentido literal da palavra, enquanto no Qf apenas 1 aluno, o que indica que o conhecimento adquirido ao final do projeto utilizando a abordagem CTSA, saiu do campo da literalidade e ganhou ares de maior aprofundamento. É necessário apontarmos um certo equívoco a fala de um dos alunos na resposta ao Qi, ao utilizar o verbo poder: “Renovável é aquela que pode ser renovada e a não renovável é aquela que não pode.” Quando o aluno se utiliza desse termo para fundamentar sua resposta, nos leva a pensar que as fontes de energia possuem a opção de escolha, entre ser ou não renovável e com base científica o aluno passa a entender que certos termos devem ser evitados para que não ocorra essa confusão na hora de interpretar o que está sendo respondido.

- *Categoria 2: Exemplos de energia renovável e não renovável* - nesta categoria inserimos as respostas além de utilizarem o conceito das duas fontes de energia, utilizam exemplos que confirmem o que foi respondido.

Vejamos o quadro 11 as respostas dadas pelos alunos, que condizem com o que está sendo discutido nesta categoria e a cor representante desta categoria será a amarela.

Quadro 22. Exemplos de respostas da questão 5 referentes à categoria 2: exemplos de energia renovável e não renovável.

Questão 05	Nº de alunos	Categoria 2: “Exemplos de energia renovável e não renovável”
Questionário inicial	11	“Renovável= eólica, solar, não renovável= petróleo, carvão.” “Acho que é uma energia que dá para ser extraída de coisas naturais, e a não renovável é a que é extraída de coisas não naturais.” “Energia renovável é a energia solar, eólica e não renovável é o petróleo, carvão mineral.”
Questionário final	18	“Energia renovável é aquela que não se esgota com o passar do tempo, por exemplo: a biomassa. Energia não renovável é aquela que se esgota com o passar do tempo, por exemplo o próprio petróleo citado nas questões 2 e 3.” “Acredito que sim, é apenas pensar ao pé da letra e refletir se aquela fonte pode ser renovada ou não, por exemplo, o petróleo, não há como ele ser renovado pois ele vem de fósseis, mas eu posso plantar mais um pé de abacate e fazer biodiesel que é renovável exatamente porque eu sempre vou poder plantar mais um pé de abacate.” “Energia renovável é o tipo de energia que deriva de matérias-primas que se encontram de forma abundante no meio-ambiente, como água, vento, sol, além de serem tiradas da natureza e poderem ser repostas como uma plantação de mamona para fazer biodiesel. Já as energias não-renováveis, são derivadas de matérias-primas que embora possam estar em grande quantidade no planeta,

Fonte: autora (2021).

Analisando as respostas dadas pelos alunos no pré-teste verificamos que não há erro nas duas respostas que utilizaram definição os exemplos, porém percebemos que as respostas tem o único objetivo que é o de responder ao pé da letra o que foi colocado, sem argumentação, sem construção de relação entre conceito e exemplos, ainda há aquela que utiliza o termo “acho”, mostrando certa insegurança no conhecimento prévio sobre a temática, como em resposta anteriormente analisada o termo “coisas” aparece aqui, mostrando confusão na hora de definir os conceitos natural e não natural, por exemplo.

Indo para o pós-teste os alunos demonstram maior domínio do tema abordado, utilizando tanto o conceito como exemplos, em sua argumentação, vale ressaltar que os exemplos de respostas inseridas nessa categoria, usam a biomassa como para exemplificar as fontes de energia renovável, o que nos leva a constatar que a experiência didática vivenciada durante o projeto, obteve êxito na utilização do biodiesel como temática norteadora para debates voltados ao uso de energias renováveis, isso é comprovado na fala de um dos alunos que utiliza o abacate como exemplo de matéria-prima para a produção de biodiesel, o uso do abacate foi discutido em dois momentos durante as etapas, no estudo da AOP e durante aula expositiva.

Questão 06. Você já ouviu falar em biodiesel? Saber detalhar algumas informações sobre esse biocombustível?

- **Objetivo:** entender o conhecimento acerca do biodiesel.

- **O que diz a literatura:** Combustível alternativo ao diesel, renovável e biodegradável, obtido a partir da reação química de óleos, de origem animal ou vegetal com álcool, na presença de um catalisador (reação conhecida como transesterificação). Pode ser obtido também pelos processos de craqueamento e esterificação (PETROBRAS, 2010).

Para a discussão desta questão utilizaremos as seguintes categorias: Os que desconhecem esse tipo de biocombustível (categoria 1), identificaremos esta categoria pela cor azul; os que associam a matéria-prima animal e vegetal (categoria 2), identificaremos esta

categoria pela cor amarela; os que entendem sua utilização e benefício (categoria 3), identificaremos esta categoria pela cor verde.

- *Categoria 1: Os que desconhecem esse tipo de biocombustível* - essa denominação abrange as respostas que desconhecem qualquer informação sobre o biodiesel.

Vejamos o quadro 23 as respostas dadas pelos alunos, que condizem com o que está sendo discutido nesta categoria e a cor representante desta categoria será a amarela.

Quadro 23. Exemplos de respostas da questão 6 referentes à categoria 1: Os que desconhecem esse tipo de biocombustível.

Questão 06	Nº de alunos	Categoria 1: “Os que desconhecem esse tipo de biocombustível”
Questionário inicial	14	“Não.” “Já ouvi falar, mas não sei nada sobre.” “Não tenho tanto conhecimento, mas acho que é algo retirado da natureza.”
Questionário final	0	

Fonte: autora (2021).

Nesta primeira categoria é possível verificar a ocorrência de uma reconstrução no conhecimento pelos 14 estudantes que responderam desconhecer o biodiesel, demonstrando que ao final do trabalho todos os alunos desta categoria responderam a esta pergunta.

- *Categoria 2: Os que associam à matéria-prima animal e vegetal* - esta categoria inclui as respostas que contemplaram pontos relevantes ao biodiesel, no caso, as matérias-primas utilizadas para a produção do biodiesel.

Vejamos o quadro 24 as respostas dadas pelos alunos, que condizem com o que está sendo discutido nesta categoria e a cor representante desta categoria será a amarela.

Quadro 24. Exemplos de respostas da questão 6 referentes à categoria 2: Os que associam à matéria-prima animal e vegetal.

Questão 06	Nº de alunos	Categoria 2: “os que associam à matéria-prima animal e vegetal”
Questionário inicial	9	“Sim, ele é feito a partir de plantas ou animais.” “Sim, é um combustível orgânico vegetal e animal.” “Sim. É uma nova fonte de energia, que é produzida por vegetais e animais.”
Questionário final	14	“Sim, O biodiesel é um biocombustível feito a partir de biomassa, (matéria orgânica de origem vegetal ou animal) como, por exemplo, plantas, óleos vegetais ou de animais, gordura animal.” “Sim. Biodiesel é um biocombustível feito com componentes que vêm da natureza, ele é derivado de óleos vegetais ou de gorduras animais. O biodiesel consegue ser similar ao diesel e ele consegue ser melhor ainda pelo fato de não estar gerando gases poluentes.” “Sim. É um biocombustível renovável e biodegradável, as principais matérias-primas são o girassol, babaçu, amendoim, soja, mamona, dendê, além de gordura animal.”

Fonte: autora (2021).

Nesta segunda categoria, o número de alunos que responderam conhecer o biodiesel aumentou se considerarmos o Qi da categoria anterior, porém no Qi podemos visualizar a falta

de conteúdo nas respostas dadas, há também um conhecimento equivocado por parte dos alunos por exemplo quando o aluno afirma que o biodiesel é produzido por vegetais e animais e não a partir dessas matérias-primas, isso demonstra um conceito errôneo no que diz respeito ao seu conhecimento prévio. Já no Qf as respostas desta categoria demonstram como os alunos conseguem relacionar o biodiesel ao uso de fontes renováveis de energia, explicitando o uso de matéria-prima animal e vegetal, vistos durante todo o percurso metodológico do projeto, tanto nos momentos síncronos como nos assíncronos.

- *Categoria 3: Os que entendem sua utilização e benefício* - esta categoria inclui as respostas que contemplaram pontos relevantes ao biodiesel, no caso, a considerá-lo como fonte renovável de energia, ser considerado energia limpa.

Vejamos o quadro 25 as respostas dadas pelos alunos, que condizem com o que está sendo discutido nesta categoria e a cor representante desta categoria será a amarela.

Quadro 25. Exemplos de respostas da questão 6 referentes à categoria 3: Os que entendem sua utilização e benefício.

Questão 06	Nº de alunos	Categoria 3: “os que entendem sua utilização e benefício”
Questionário inicial	6	“Já ouvi sim, é um produto natural e com baixo teor poluente.” “Biodiesel é líquido considerado uma fonte de energia renovável e que substitui o combustível fóssil.” “Sim, é um combustível que causa pouco impacto no meio ambiente.”

Questionário final	15	“O biodiesel é um combustível obtido com componentes que vem da natureza e que reutilizam resíduos como o óleo de fritura, ele é muito similar ao diesel, mas é mais sustentável e ecológico e muito menos poluente, ele pode substituir o diesel sem nenhum problema, muitos países adotaram a utilização do biodiesel em troca do diesel, o Brasil está até agora no biodiesel 12 ainda.” “Sim, é um combustível considerado limpo, uma vez que a emissão de gás carbônico durante o seu processo de produção, ou na saída pelo cano de descarga dos carros, causa menos poluição do que a do diesel e da gasolina, contribuindo para diminuir o efeito estufa no planeta.” “É um biocombustível que, ao contrário dos combustíveis fósseis, é renovável e não gera grandes impactos ambientais, além de ser produzido com materiais mais baratos, aumenta a vida útil do motor e também do planeta, pois diminui a poluição.”
--------------------	----	---

Fonte: autora (2021).

Nesta terceira e última categoria da questão 06, optamos por incluir as respostas que falam sobre o biodiesel e suas vantagens ao meio ambiente, aqueles que ressaltam seus aspectos positivos da utilização deste biocombustível, diferentemente do que eles expõem em resposta sobre os combustíveis fósseis. No pré-teste um conceito não embasado é apresentado quando aluno diz que o biodiesel é um produto natural, ao que parece ele associa o fato do biodiesel ser um biocombustível menos poluente que os outros por achar que ele é natural que ele é encontrado desta forma na natureza, no sentido de que se algo for sintético, ou produzido poderá poluir mais que o biodiesel.

No Qf o que verificamos que são respostas que associam o biodiesel aos seus aspectos positivos, como o de ser “amigável” ambientalmente falando, quando é utilizado o exemplo da quantidade de gás carbônico liberado pelo biodiesel ser menor em relação ao óleo diesel, ou quando o aluno expõe que a utilização do biodiesel não necessita de adaptação dos motores a

diesel, podendo ser utilizado sem problemas, outro aluno cita o fato de a produção de biodiesel propiciar a reutilização do óleo de fritura, para sua síntese.

Questão 07. Na sua opinião o uso do biodiesel tem impacto positivo ou negativo para a natureza. Justifique sua resposta.

- **Objetivo:** levar o aluno a refletir sobre as vantagens e desvantagens atreladas ao biodiesel.
- **O que diz a literatura:** O biodiesel é um combustível obtido de fontes limpas e renováveis (ciclo curto do carbono) que não contém compostos sulfurados (não contribui para formação de chuvas ácidas) e aromáticos; apresenta alto número de cetanos (o correspondente a octanos da gasolina); e é biodegradável, esse biocombustível, quando comparado ao diesel, oferece vantagens para o meio ambiente como a redução de emissões de dióxido de carbono (CO_2 , o principal responsável pelo efeito estufa) e de materiais particulados (SANTOS e PINTO, 2009).

Para a discussão desta questão utilizaremos as seguintes categorias: aspectos positivos (categoria 1), identificaremos esta categoria pela cor verde; impactos negativos (categoria 2), identificaremos esta categoria pela cor vermelha; os que relacionam os dois aspectos, positivos e negativos (categoria 3), identificaremos esta categoria pela cor laranja.

- *Categoria 1: Aspectos positivos* - nesta 1ª categoria da questão 07 agruparemos as respostas dadas pelos alunos que contemplaram apenas os aspectos positivos do uso do biodiesel.

Vejamos o quadro 26 as respostas dadas pelos alunos, que condizem com o que está sendo discutido nesta categoria e a cor representante desta categoria será verde.

Quadro 26. Exemplos de respostas da questão 7 referentes à categoria 1: aspectos positivos.

Questão 07	Nº de alunos	Categoria 1: “Aspectos positivos”
Questionário inicial	10	“Positivo, pois como falei na outra questão tem baixo teor poluente.” “Não conheço, mas acho que positivo.” “Eu acho que positivo, porque é natural”
Questionário final	19	“Positivo, como já falei na 6ª questão, ele polui bem menos o meio ambiente, isso já mostra o motivo de o porquê ela apresenta impacto positivo.” “Positivo, pois reduz a poluição causada pela emissão de gases do diesel e pode ser fabricado com componentes que são jogados fora de maneira incorreta, como é o caso do óleo de fritura.” “Positivos, pois é uma alternativa renovável e não prejudica muito o meio ambiente, o que ajuda no combate ao aquecimento global e de outros impactos ambientais causados pelos combustíveis fósseis.”

Fonte: autora (2021).

Para análise desta categoria vamos levar em conta primeiramente o conteúdo inserido nas respostas, do Qi e Qf, posteriormente a diferença em números. Ao analisarmos as respostas contidas no pré-teste constatamos que apesar de atrelarem fatores positivos para o biodiesel, estes não apresentam exemplos ou argumentam em cima do que foi defendido, como no caso do aluno que diz não conhecer nada sobre biodiesel, mas achar que possui impacto positivo na natureza, mostrando insegurança, falta de conhecimento científico ou popular.

Já no Qf os alunos demonstram ter maior domínio no conhecimento, respondendo de forma mais segura e abrangente, isso é perceptível quando analisamos respostas do tipo que utilizam um comparativo entre a queima do biodiesel e a queima do diesel, como por exemplo

o aluno que se refere ao diesel como agente poluidor e ao biodiesel como agente que irá diminuir essa poluição causada pelos combustíveis fósseis.

Quanto a porcentagem a ser analisada vamos levar em conta o total dos 29 testes respondidos, no Qi 34,48% dos alunos utilizaram os impactos positivos do biodiesel para responder esta questão, já no pós-teste esse valor aumentou para 65,52% do total de alunos utilizando os pontos positivos do biodiesel em suas respostas, o que nos leva a supor que as etapas do projeto, tiveram os objetivos atingidos no que diz respeito a levar o aluno a compreender a importância da utilização do biodiesel na matriz energética.

- *Categoria 2: Impactos negativos* - esta categoria de análise abrange as respostas que utilizaram os impactos negativos atrelados ao uso ou a produção do biodiesel.

Vejamos o quadro 27 as respostas dadas pelos alunos, que condizem com o que está sendo discutido nesta categoria e a cor representante desta categoria será a amarela.

Quadro 27. Exemplos de respostas da questão 7 referentes à categoria 2: impactos negativos.

Questão 07	Nº de alunos	Categoria 2: “impactos negativos”
Questionário inicial	12	“Negativo, eu acho” “Não sei como responder, pois não sei sobre o biodiesel, mas acho que negativo.” “Negativo, os gases do biodiesel causam emissões tóxicas no ar”
Questionário final	0	

Fonte: autora (2021).

Nesta segunda categoria verificamos que 12 alunos responderam de forma a citar que o biodiesel possui impactos negativos para o meio ambiente no Qi, porém vale salientar que nos

conteúdos das respostas, um dos alunos diz não saber como responder a essa pergunta e outro utiliza a terminologia “acho”, o que nos faz perceber a falta de conhecimento prévio sobre o assunto. No Qf não houve respostas classificadas nesta categoria, o que indica apropriação de alguns aspectos que foram desenvolvidos durante as etapas.

- *Categoria 3: Os que relacionam os dois aspectos, positivos e negativos* - Para análise desta categoria iremos utilizar as respostas que contemplam tanto os aspectos positivos quanto os negativos que o biodiesel possui.

Vejamos o quadro 28 as respostas dadas pelos alunos, que condizem com o que está sendo discutido nesta categoria e a cor representante desta categoria será laranja.

Quadro 28. Exemplos de respostas da questão 7 referentes à categoria 3: os que relacionam os dois aspectos, positivos e negativos.

Questão 07	Nº de alunos	Categoria 3: “os que relacionam os dois aspectos, positivos e negativos”
Questionário inicial	7	“Positivas e negativas. É energia renovável, mas tem risco de explosão.” “Como eu disse na questão passada, eu não sei o que é, mas pelo nome dele, que contém "bio", eu acho que tem um impacto positivo, mas como nem tudo é perfeito, deve ter sim seus impactos negativos.” “Eu acho que nem positivo e nem negativo, por que por mais que tenha menos poluente ainda traz impactos ao meio ambiente.”
		“De certa forma positivo, pois diminuiria a poluição da atmosfera, mas para o uso de biodiesel completo, quero dizer em todo o mundo, nós precisamos ter comida de

Questionário final	10	sobra, afinal seria errado ficar fazendo combustível com coisas que poderiam alimentar pessoas com fome.” “Os dois. Pois é renovável, diminui o efeito estufa e a poluição no meio ambiente, e diminui a dependência do uso dos derivados do petróleo, mas existe o risco de aumento dos preços de produtos derivados da matéria-prima.” “Na minha opinião, os dois, porém, possuem impactos mais positivos. O uso do biodiesel pode trazer ótimos benefícios para a natureza, evitando principalmente a poluição que atualmente está ocorrendo de maneira desenfreada. Porém, algumas matérias primas são caras trazendo impactos negativos na economia, como mamona.”
--------------------	----	--

Fonte: autora (2021)

Para alisarmos esta categoria é importante relembrar que durante o desenvolvimento do projeto, a preocupação era o de transmitir para os alunos o maior número de informação sobre o objeto de estudo o biodiesel, sendo assim colocamos em discussão tanto os impactos positivos quanto os negativos que podemos ter na utilização do biodiesel.

Iniciando nossa discussão nesta categoria é possível perceber que as respostas do Qi demonstram que quase não existe embasamento para a argumentação dos alunos, nesse caso podemos citar como exemplo, o aluno que coloca responde pelo simples fato de ligar a nomenclatura bio a algo positivo, sem dar maiores explicações, utilizando de conhecimento popular “[...] como nem tudo é perfeito, deve ter sim seus impactos negativos.

Na análise do Qf é interessante destacar que além de levantar os aspectos positivos e negativos um dos alunos comenta sobre o que foi debatido durante a aula expositiva, o fato de utilizar alimento para a produção de um biocombustível, tirando alimento da população e utilizando no desenvolvimento do biodiesel que apenas quem possuem carros movidos a biodiesel serão contemplados com tal utilização. Em outra resposta o aluno destaca como desvantagem a produção de biodiesel através de oleaginosas como a mamona, que exigem um alto custo para seu desenvolvimento.

Questão 08. Na sua casa, como é feito o descarte do óleo utilizado para fritar os alimentos, conhecido como óleo residual? Coloque aqui a maneira que você julga ser correta, para o destino desse óleo residual.

- **Objetivo:** levantar as opiniões a respeito do descarte correto do óleo residual.
- **O que diz a literatura:** Após utilizar o óleo de fritura velho (de preferência em pouca quantidade), você pode armazená-lo em uma garrafa PET. Utilize um funil para facilitar a entrada do óleo na garrafa. Conforme for utilizando o óleo, vá armazenando desse modo e lembre-se de sempre fechar bem as garrafas para evitar vazamentos, mantendo também fora do alcance de crianças e animais de estimação que podem ser atraídos pelo cheiro do óleo ou pela simples curiosidade. Após preencher algumas garrafas PETs, procure empresas e ONGs especializadas neste tipo de coleta seletiva, assim como postos de entrega voluntária para descartar o seu óleo de forma correta (PASQUALETTO e BARBOSA, 2008).

Para a discussão desta questão utilizaremos as seguintes categorias: desconhecem a maneira correta de descartar (categoria 1), identificaremos esta categoria pela cor vermelha; conhecem a maneira certa de descartar (categoria 2), identificaremos esta categoria pela cor verde.

- *Categoria 1: Desconhecem a maneira correta de descartar* - esta categoria contempla as respostas que desconhecem a maneira correta do descarte de óleo residual.

Vejamos o quadro 29 as respostas dadas pelos alunos, que condizem com o que está sendo discutido nesta categoria e a cor representante desta categoria será a amarela.

Quadro 29. Exemplos de respostas da questão 8 referentes à categoria 1: desconhecem a maneira correta de descartar.

Questão 08	Nº de alunos	Categoria 1: “desconhecem a maneira correta de descartar”
Questionário inicial	21	“Aqui é jogado na pia, porém acredito que seja da maneira errada.” “Geralmente minha mãe reutiliza o máximo possível, mas quando ela descarta ela joga no esgoto, não sei se isso é certo e não tenho ideia de algo que possa ser melhor.” “A gente reutiliza ele para fritar outras coisas até ele acabar.”
Questionário final	0	

Fonte: autora (2021)

No quadro 29 é possível averiguar que poucos discentes tinham conhecimento introdutório da maneira correta de descarte do óleo de cozinha, nenhuma resposta se manteve assim no final, no Qf, demonstrando não apenas uma aprendizagem de conhecimento, mas uma mudança de pensamento frente aos riscos do descarte indevido do óleo residual, como veremos a seguir.

- *Categoria 2: Conhecem a maneira correta de descartar* - nesta categoria elencamos as respostas onde os alunos demonstram conhecer o descarte correto do óleo residual.

Vejamos o quadro 30 as respostas dadas pelos alunos, que condizem com o que está sendo discutido nesta categoria e a cor representante desta categoria será a verde.

Quadro 30. Exemplos de respostas da questão 8 referentes à categoria 2: conhecem a maneira correta de descartar.

Questão 08	Nº de alunos	Categoria 2: “conhecem a maneira correta de descartar”
Questionário inicial	8	“Colocando em uma garrafa pet e deixando em locais próprios para o descarte, como centros de coleta.” “Às vezes reutilizamos o óleo ou jogamos fora. Acho que ele pode ser reutilizado em outras coisas. O certo é armazenar e descartar em locais apropriados e não na pia que contamina os rios.” “Colocamos em uma garrafa plástica e doamos para uma empresa que faz sabão.”
Questionário final	29	“Não sei ao certo a maneira que o óleo é descartado em minha casa, mas o correto seria reciclá-lo, armazenando-o e o levando ao um local onde é feito o descarte correto do óleo.” “O óleo de fritura é descartado em terrenos abandonados. A maneira correta de descartar o óleo de cozinha é o armazenar em um recipiente como garrafa pet e fazer o descarte em um ponto de coleta.” “Às vezes quando o óleo é usado uma vez e não suja muito, minha mãe reutiliza, mas sempre que ela descarta o óleo no ralo. Imagino que isso seja errado obviamente, deveríamos levar para descartar em lugares apropriados, mas os pontos de descartes corretos são desconhecidos e eu nunca sei onde tem, acho que isso deveria ser observado para as pessoas melhorarem nos descartes desse material.”

Fonte: autora (2021)

Nesta categoria podemos identificar um aumento significativo no número de alunos que no Qf responderam a forma correta de fazer o descarte do óleo residual, o que no início somava a porcentagem de 27,59% dos alunos conscientes do descarte devido, para 100% dos alunos sabendo como proceder para fazer a reciclagem do óleo residual.

As etapas que constituíram o projeto buscaram com ferramentas de ensino-aprendizagem romper com o ensino tradicionalista, decorativo e mecanizado, trazendo a aproximação do assunto estudado com a realidade do cotidiano do aluno. Apesar dos avanços constatados durante nossa análise e discussão, é possível que alguns estudantes mesmo após todas as etapas não conseguiram de fato se apropriar de conceitos ou termos científicos, isso é um risco que o pesquisador corre quando tenta utilizar metodologias diferenciadas, a democratização do ensino visa levar o conhecimento para todos, porém a forma como o sujeito receberá ou responderá ao que está sendo proposto, depende de vários fatores, que vão desde os fatores sociais, aos fatores cognitivos. A pretensão de achar que o que seria transmitido, fosse de maneira uniforme refletir nos sujeitos participantes da pesquisa, nunca nos foi pautado.

Ao utilizar a abordagem CTSA em sala de aula muitas vezes é impactante, pois requer participação ativa dos estudantes no seu processo de ensino-aprendizagem, demanda tempo para a adaptação e esse tempo varia de sujeito para sujeito, retirar do aluno o papel de sujeito passivo ao seu conhecimento requer dedicação e esforço (SANTOS e SCHNETZLER, 2014).

4.2 A percepção dos alunos sobre a participação do Grupo Encaixe em uma das etapas propostas no projeto

Neste tópico levantaremos a percepção dos alunos quanto à participação do Grupo Encaixe em uma das etapas do projeto. Segundo Aikenhead (1990) é essencial a presença de um especialista quando nos propomos a desenvolver uma educação pautada nos preceitos da abordagem CTS, levando isso em consideração o Grupo Encaixe veio a somar em uma das etapas do projeto. Esse momento contribuiu para o desenvolvimento do pensamento crítico nos alunos através de debate e reflexão sobre o descarte de resíduos.

Utilizaremos a transcrição das falas dos alunos que surgiram durante apresentação do Encaixe que ocorreu como discutimos no tópico de metodologia. Ao final da apresentação

utilizamos o viés do ensino democrático deixamos espaço para que os alunos pudessem expor suas ideias, tirar dúvidas, sugerir questionamentos para que houvesse uma interação os especialistas e os alunos participantes.

Os alunos notaram, por exemplo, como fazer corretamente a reciclagem do óleo de cozinha, refletindo sobre como na realidade em que vive, no cotidiano eles não utilizavam a maneira correta da reciclagem desse resíduo:

Aluno 2: “Quando eu respondi o teste no primeiro dia não sabia o que responder na questão 8, então coloquei que não sabia descartar, agora aprendi e vou explicar aqui em casa”.

Aluno 12: “A gente pensa que a quantidade de óleo da nossa casa é pouco e não tem consequências, mas se pensarmos em todas as casas fazendo o mesmo e pior as lanchonetes, nossa é muita poluição para o meio ambiente”.

Aluno 13. A professora Cyndi já tinha falado sobre os problemas que o descarte incorreto causa, vocês reforçaram ainda mais a importância de reciclar, mas gostaria de saber onde devo entregar esse óleo que vamos guardar aqui em casa?

Aluno 17. A minha mãe sempre passa o óleo na peneira para tirar sujeira dele, mas no final jogava na pia ou no lixo, do mesmo jeito prejudica a natureza, a partir de agora vou pedir para ela não fazer mais isso.

Aluno 23: “Aqui em casa sempre utilizamos o óleo até ele acabar, depois jogamos na pia. Não imaginava que poderia estar poluindo a água”.

Durante esse momento também surgiram falas que não permearam apenas o óleo residual ou a reciclagem dele, mas de curiosidade sobre o trabalho desenvolvido pelo Encaixe junto aos catadores e sobre o próprio Encaixe, como funciona, como fazer parte já que os alunos são do mesmo campus onde o grupo funciona:

Aluno 1: “Eu sempre quis estudar no IFCE, agora que estudo fico mais feliz em saber que um projeto como o de vocês faz parte do local onde eu estudo”.

Aluno 2: “Minha mãe sempre ajuda os catadores que passam na nossa rua, ela separa cada tipo de lixo, acho que é assim que se fala. Fico feliz em saber que vocês ajudam essas pessoas de alguma forma, eles precisam tanto”.

Aluno 11: “Foi muito legal a palestra de vocês, nessa disciplina a gente já teve várias pessoas diferentes dando aula para gente, isso deixa a aula mais interessante, pelo menos é o que eu acho”.

Aluno 12: “Eu gostaria de fazer parte do Grupo Encaixe, vocês falaram que quem participa são os alunos do nosso Campus, como faço?”

Outro aspecto de bastante relevância que ocorreu durante essa etapa que podemos analisar nas falas acima, que demonstram pensamentos que dificilmente apareceriam se seguissemos o ensino tradicional, ou seja, somente seguindo a abordagem CTSA durante todo o desenvolvimento do nosso projeto promoveríamos um pensamento crítico, a habilidade de entender a temática proposta e inseri-la na realidade em que o aluno vive.

4.3 Principais características da abordagem CTSA observadas nas respostas dos alunos

Um dos desafios encontrados durante o desenvolvimento neste trabalho, foi o fato de termos que dividir as atividades entre os momentos assíncronos e síncronos, nosso receio em não ter muitos momentos com os alunos para desenvolver debate e discussão que seria de onde tiraríamos nossas impressões da impressão dos alunos sobre tudo que permeia nosso projeto, a temática biodiesel, a importância de utilizarmos fontes de energia provenientes de matéria-prima renovável, a utilização de óleo residual para síntese de biodiesel e por último mais não menos importante o entendimento de por parte dos alunos, de toda essa discussão para que possam mudar seus pensamentos e suas atitudes em prol de um desenvolvimento sustentável e ações cidadãos favoráveis a sociedade e ao meio ambiente.

Contudo verificamos a possibilidade em utilizar não somente as falas dos alunos nos momentos síncronos, como analisar as respostas dadas nos questionários respondidos nos momentos assíncronos, no caso as respostas dadas no questionário sobre o artigo da 2ª etapa e o questionário inserido nos pós vídeo da aula prática na 4ª etapa.

Para a realização dessa análise iremos iniciar pela resposta dada no questionário da AOP, dentro da nossa proposta pedagógica essa ferramenta possui grande relevância, pois foi utilizada como atividade avaliativa para a disciplina de Educação Ambiental, a qual atribuímos uma nota para compor a média bimestral dos alunos, além disso o estudo da AOP junto com as respostas dadas ao questionário fogem da avaliação trivial que o ensino tradicional utiliza, que exige respostas memorizadas num ensino que é conhecidamente mecânico e sem reflexão.

Logo iremos inserir aqui neste tópico algumas respostas dadas a questão número 1 ao questionário da AOP de Cunha e colaboradores (2018), presentes no apêndice D:

Pergunta feita na questão número 1: **“Na sua opinião qual a importância da formação contemporânea dos profissionais da Química com ênfase na sustentabilidade, qual papel as aulas experimentais que envolvam a Química Verde tem nesse processo?”**

Aluno 4: “Acho bastante importante as pessoas se formarem em Química com ênfase em sustentabilidade, pois o planeta deve ser mais cuidado e preservado e os profissionais estão vindo e colocando isso em prática, isso devido ao conhecimento que eles adquirem”.

Aluno 7: “Os alunos aprendem novas técnicas para a aula experimental, dessa forma passam a entender melhor os diferentes tipos de processo e formas de utilizar a biomassa, por conta dos profissionais contemporâneos de Química, além do aumento significativo da sustentabilidade também colocando na prática a reutilização de resíduos”.

Aluno 20: “O futuro da humanidade é a sustentabilidade, portanto é fundamental a atuação dos profissionais de Química para o desenvolvimento energético de forma sustentável para não sobrecarregar o meio ambiente. As aulas experimentais são importantes para que se possa encontrar outras formas de “agredir” menos o meio ambiente e ainda resolver os problemas dos resíduos orgânicos”.

Aluno 22: “Envolver o aluno e intensificar o experimento. Quando os profissionais da Química se comprometem com a Química Verde e sustentável mais projetos com foco em combustíveis renováveis podem ser desenvolvidos”.

A partir deste parágrafo iremos inserir algumas respostas dadas a questão número 5 do questionário presente no final do Roteiro de aula prática que seguiu as recomendações de Santos Pinto (2009), quanto a obtenção de biodiesel utilizando óleo residual, o roteiro está presente no apêndice E:

Pergunta feita na questão número 5: **“A aula que você acabou de assistir produziu biocombustível, o biodiesel utilizando óleo de fritura, essa matéria-prima é tida como resíduo indesejável, muitas vezes sendo descartada de maneira incorreta. Sobre essa matéria-prima cite 4 vantagens da utilização dela para a produção de um combustível renovável.”**

Aluna 2:

“não precisa extrair o óleo de alguma matéria-prima”

“permite um destino ideal para esse resíduo”

“reciclar é importante para o desenvolvimento sustentável”

“polui menos a atmosfera que o diesel comum”

Aluna 7:

“as lanchonetes que utilizam óleo na fritura, podem dar um destino melhor para todo esse óleo”

“utilizando o óleo de fritura no biodiesel, evita dele ser jogado no ralo e dali poluir a água”

“ensina as pessoas a importância da reciclagem”

“menor custo de produção do que o diesel comum”

Aluna 21

“o estabelecimento pode ganhar um dinheiro a mais reciclando o óleo que seria jogado fora”

“ajuda a depender menos do petróleo”

“reciclando o óleo estamos de alguma forma cuidando da natureza”

“ajuda a não poluir os vários litros de água que um pouco só desse óleo iria contaminar”

A partir do que foi exposto consideramos que essa etapa do projeto contribuiu para o processo de ensino-aprendizagem, principalmente no que concerne a importância da Química Verde nas práticas laboratoriais, visando uma formação baseada nos preceitos de sustentabilidade dos profissionais de química.

O papel da contextualização entre química e educação ambiental é apresentada e discutidas por Santos (2007):

Assim, a contextualização pode ser vista com os seguintes objetivos: 1) desenvolver atitudes e valores em uma perspectiva humanística diante das questões sociais relativas à ciência e à tecnologia; 2) auxiliar na aprendizagem de conceitos científicos e de aspectos relativos à natureza da ciência; e 3) encorajar os alunos a relacionar suas experiências escolares em ciências com problemas do cotidiano (SANTOS, 2007, p.5).

A contextualização como norteadora entre da formação cidadã reflexiva e crítica não procura uma ligação superficial entre conhecimento científico e cotidiano, pelo contrário, o que se propõe é partir de situações adversas reais e buscar o conhecimento necessário para entendê-las e procurar solucioná-las (SANTOS, 2007). Diante do que foi relatado pelos alunos sobre a importância da sua formação, ou seja, da formação do profissional de Química contextualizada e comprometida com a sustentabilidade é essencial e demonstra a importância da utilização da abordagem CTSA nessa etapa do projeto, que visa entre outros também um embasamento científico por parte dos alunos.

5 CONCLUSÃO

Esta pesquisa buscou por meio da abordagem CTSA utilizar a temática biodiesel através de óleo residual, incorporar debates e discussões acerca do papel dos futuros profissionais de química perante uma formação pautada nos preceitos de sustentabilidade aliando a Química a Educação Ambiental, através uma intervenção pedagógica aplicada na turma de 1º do ensino médio do curso técnico integrado em química.

É necessário citarmos que desenvolver o projeto diante do cenário de pandemia vivido atualmente é muito desafiador, o que requereu um esforço maior na parte do planejamento para as autoras do projeto, tendo que fazer adaptações ao proposto inicialmente, que se daria de forma presencial. Ao mesmo tempo nós educadores não podemos permitir que desafios como este nos impeçam de intervir didaticamente utilizando ferramentas e estratégias diferenciadas de ensino, ao contrário quando seguimos em frente e procuramos contribuir significativamente, reafirmamos a luta de muitos outros educadores, que fogem do tradicionalismo e possibilitam um ensino contextualizado e de fácil acesso.

A proposta do projeto permitiu a promoção de: argumentação em debates e discussões, a formulação de possíveis soluções para as agressões que os combustíveis fósseis causam ao meio ambiente, contribuiu para o debate das potencialidades da síntese de biodiesel, já que esse biocombustível possui uma diversidade incrível de matérias-primas para sua obtenção.

Espera-se que esta pesquisa sirva como base para que novas pesquisas na formação dos futuros profissionais de química com ênfase em Química verde utilizando a abordagem CTSA como ferramenta norteadora, sejam elaboradas, já que o intuito principal das pesquisadoras deste projeto é o de contribuir para o estímulo da prática docente de forma contextualizada.

REFERÊNCIAS

AIKENHEAD, G. S. **Science-Technology-Society Science Education Development: From Curriculum Policy to Student Learning**. In: Conferência Internacional Sobre Ensino de Ciências para o Século XXI: ACT – Alfabetização em ciência e tecnologia, 1., 1990, Brasília. Atas... Brasília, jun. 1990.

ALVES-MAZZOTI, A. J.; GEWANDSZNAJDER, F. **O método nas ciências naturais e sociais: pesquisa quantitativa e qualitativa**. 2 ed. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004.

ANP. **Anuário Estatístico Brasileiro do Petróleo e Gás Natural e Biocombustíveis: 2019**. (2019) Brasil. Conselho Nacional de Educação. Parecer CNE/CES 1.303/2001, de 6 de novembro de 2001. Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Química. *Diário Oficial da União*, Brasília, 7/10/2001. Seção 1, p. 25. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/arquivos/central-conteudos/anuario-estatistico/2019/2019-anuario-versao-impressao.pdf>>. Acesso em: 20 de jul. 2020.

ANP. **Anuário Estatístico Brasileiro do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis**, Rio de Janeiro: ANP, 2010. Disponível em: <<https://www.ariae.org/sites/default/files/2017-03/ANP%20Anuario-estad%C3%ADstico-2010.pdf>>

ANP. Resolução ANP nº 7, de 19 de março de 2008. **Diário Oficial da União**, Brasília, 20 mar. 2008.

ANP. Resolução ANP nº 719, de 22 de fevereiro de 2018. Altera a resolução ANP nº 67. **Diário Oficial da União**, Brasília, 22 de fev. de 2018.

ANP. Resolução ANP nº 831, de 7 de outubro de 2020. Altera o percentual de mistura obrigatória do biodiesel ao diesel A, no período entre os dias 1º de novembro e 31 de dezembro de 2020. **Diário Oficial da União**, Brasília, 7 de out. de 2020.

ANP. Resolução ANP Nº 839, de 1 de março de 2021. Estabelece os níveis de risco associados ao exercício de atividades econômicas no âmbito da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, 1 de mar. De 2021.

AMBAT, I.; SRIVASTAVA, V.; SILLANPÄÄ, M. **Recent Advancement in Biodiesel Production Methodologies Using Various Feedstock: a review**. Renewable and Sustainable Energy Reviews. 90, 356–369, 2018.

ARRIGO, V.; ALEXANDRE, M. C. L.; ASSAI, N. D. de S. **O Ensino de Química e a Educação Ambiental: Uma Proposta para Trabalhar Conteúdos de Pilhas e Baterias**. Experiências em Ensino de Ciências, V. 13, No. 5, p. 306-325, 2018. Disponível em: <https://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo_ID541/v13_n5_a2018.pdf>.

ARROIO, A. e GIORDAN, M. **O vídeo educativo: aspectos da organização do ensino. Química Nova na Escola**. v. 24, n. 1, p. 8-11, 2006. Disponível em: <http://www.lapeq.fe.usp.br/meqvt/disciplina/biblioteca/artigos/arroio_giordan.pdf>.

AULER, D.; DELIZOICOV, D. **Alfabetização Científico-Tecnológica Para Quê?** Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências, v.3, n.1, junho. 2001. Disponível em: <<https://www.scielo.br/pdf/epec/v3n2/1983-2117-epec-3-02-00122.pdf>>.

AUSUBEL, D.P., NOVAK, J.D. e HANESIAN, H. **Psicologia educacional**. (trad. de Eva Nick et al.) Rio, interamericana, 1980. 625 p.

AZEVEDO L. A., BEJAN, C. C. C. CAMPOS, A. F., & ALMEIDA, M. A. V. **Biodiesel a Partir de Óleo de Fritura: uma Temática Atual para Abordagem das Relações CTS em uma Sala de Aula de Química**. R.B.E.C.T., 6(2), p. 41-61. 2013. Disponível em: <<https://periodicos.utfpr.edu.br/rbect/article/download/1301/1034>>.

BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. Tradução Luís Augusto Pinheiro. São Paulo: Edições 70, 2016.

BRANDI, A.T.E.; Gurgel, C.M.A. **A Alfabetização Científica e o Processo de Ler e Escrever em Séries Iniciais: Emergências de um Estudo de Investigação-Ação**, Ciência & Educação, v.8, n.1, 113-125. 2002. Disponível em: <https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-73132002000100009>.

BRASIL. Lei nº 11.097, de 13 de janeiro de 2005. **Dispõe sobre a introdução do biodiesel na matriz energética brasileira**; altera as Leis nº 9.478, de 6 de agosto de 1997, 9.487, de 26 de outubro de 1999 e 10.636, de 30 de dezembro de 2002; e de outras providências. **Diário Oficial da União**, 14 jan. 2005.

BRASIL. Lei nº 13.033, de 24 de setembro de 2014. **Dispõe sobre a adição obrigatória de biodiesel ao óleo diesel comercializado com o consumidor final**; altera as Leis nº 9.478, de 6 de agosto de 1997, e 8.723, de 28 de outubro de 1993; revoga dispositivos da Lei nº 11.097, de 13 de janeiro de 2005; e de outras providências. **Diário Oficial da União**, 24 set. 2014.

BRASIL. MEC. **PCN Ensino médio: Orientações Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais**. Brasília: SEMTEC. 144 P. 2003. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf>>.

BRASIL. MEC. PCN + **Ensino médio: Orientações Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais**. Brasília: SEMTEC.141 P. 2019. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencian.pdf>>.

BRASIL. Ministério da Ciência e Tecnologia; Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social. Efeito estufa e a convenção sobre mudança do clima. Brasília: [s.n.], 1999.

BRZEZINSKI, I.; GOMES, F. A. **Trajetória de Elaboração da Base Nacional Comum Curricular da Educação Básica (BNCC) no Contexto Reformista do Estado Brasileiro na Década de 2010**. IV Seminário internacional de representação social, objetividade e educação, Curitiba. Anais: PUC 2017 p. 1 – 2. 2017. Disponível em: <https://educere.bruc.com.br/arquivo/pdf2017/23505_12294.pdf>.

CABRAL, P. F. de O., PERON, K. A. & QUEIROZ, S. L. (2019). **Exposição Oral no Ensino Superior**. *Quim. Nova*, Vol. 42, Número 2, 221-231. Disponível em: <http://quimicanova.sbq.org.br/detalhe_artigo.asp?id=6881>. Acesso em: 01 de mar. 2020.

CARVALHO, I. C. de M. **Educação ambiental: a formação do sujeito ecológico**. São Paulo: Cortez, 2017.

CHASSOT, A. **Alfabetização científica: questões e desafios para a educação**. Ijuí: Editora UNIJUÍ, 2000. Disponível em: <https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-24782003000100016>.

_____. **Alfabetização Científica: uma possibilidade para inclusão social**. Revista Brasileira de Educação. Nº 22, 2003. Disponível em: <https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-24782003000100009>.

CLARKE, N. R., CASEY, J. P., BROWN, E. D., ONEYMA, E. and DONAGHY, K. J. (2006); **Preparation and Viscosity of Biodiesel from New and Used Vegetable Oil. An Inquiry-based Environmental Chemistry Laboratory**; *J. Chem. Educ.*, Número 83, 257-259. Disponível em: <<https://pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/ed083p257>>. Acesso em: 04 de jul. 2020.

CNPE. Resolução CNPE nº 6, de 16 de setembro de 2009. Estabelece em cinco por cento, em volume, o percentual mínimo obrigatório de adição de biodiesel ao óleo diesel comercializado ao consumidor final. Diário Oficial da União, Brasília, 2009.

CNPE. Resolução CNPE nº 23, de 09 de novembro de 2017. Estabelece a adição obrigatória de diesel, em volume, de dez por cento de biodiesel vendido ao consumidor final. Diário Oficial da União, Brasília, 2017.

CNPE. Resolução CNPE nº 16, de 29 de outubro de 2018. Dispõe sobre a evolução da adição obrigatória de biodiesel ao óleo diesel vendido ao consumidor final, em qualquer parte do território nacional. Diário Oficial da União, Brasília. 2018.

COPELLO, M. I. **Fundamentos Teóricos e Metodológicos de Pesquisas Sobre Ambientalização da Escola**. Pesquisa em Educação Ribeirão Preto: UFSCar/USP/UNESP,

v.1, n.1, p.93–110, 2006. Disponível em:<
<https://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/pesquisa/article/view/6115>>.

COSTA, A. S. V. da.; PEREIRA, C. A. F. **Análise Técnico-Social da Produção de Biodiesel no Brasil e no Desenvolvimento Agrícola do Norte de Minas Gerais**. DRd, v. 10, p. 789-809, 2020.

CUNHA, S.; RODRIGUES, C. M.; MATTOS, R. R.; TEIXEIRA, L. S. G.; SANTOS, A. O.; SANTOS, E. V.; SOUZA, R. S.; ANDRADE, G. S.; PAULA, R.; JESUS, D. S. **Experimento com Abacate, Borra de café, Licuri e Leite de Coco para a extração de óleo, Produção de Biodiesel e Análise Espectral**. Química Nova, Vol. 41, Número 6, p 691-698, 2018. Disponível em:<<http://static.sites.sbq.org.br/quimicanova.sbq.org.br/pdf/ED20170403.pdf>>.

DABDOUB, M. J.; BRONZEL, J. L.; RAMPIN, M. A. **Biodiesel: visão crítica do status atual e perspectivas na academia e na indústria**. Quim. Nova, Vol. 32, No. 3, 776-792, 2009. Disponível em: <https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422009000300021>.

DÍAZ, J. A. A. **Cambiando la práctica docente en la enseñanza de las ciencias a través de CTS**. Borrador, 13, p. 26-30, 1996. Disponível em:<https://www.researchgate.net/publication/260540112_Cambiando_la_practica_docente_en_la_ensenanza_de_las_ciencias_a_traves_de_CTS>.

DOLZ, J.; SCHNEUWLY, B.; PIETRO, J-F.; Zahnd, G. **Em Gêneros orais e escritos na escola**; Schneuwly, B., Dolz, J., eds.; Mercado de Letras: Campinas, 2004, cap. 9.

Empresa de Pesquisa Energética, Brasil. Balanço Energético Nacional 2020: Ano base 2019 / Empresa de Pesquisa Energética. – Rio de Janeiro. **EPE**, 2020.

Ellen MacArthur Foundation. Towards the circular economy 1: economic and business rationale for an accelerated transition. Cowes, Isle of Wight: EllenMacArthur Foundation. 2012.

Empresa de Pesquisa Energética, Brasil (EPE). ABCDEnergia. 2010. Disponível em: <<https://www.epe.gov.br/pt/abcdnenergia>>

FARAH, M. A. **Petróleo e seus derivados: definição, constituição, aplicação, especificações, características de qualidade**. 1st, Rio de Janeiro:, LTC, 2012.

FELDMANN, F. (org.). **Tratados e Organizações Ambientais em Matéria de Meio Ambiente**. 2.ed. São Paulo: SMA, (Série Entendendo o Meio Ambiente, v.1), 1997. Disponível em:<<http://www.terrabrasil.org.br/ecotecadigital/pdf/tratados-e-organizacoes-internacionais-em-materia-de-meio-ambiente.pdf>>

FISCARELLI, E.P. **Biodiesel na Escola: uma Ferramenta Educacional para o Planejamento Energético**. 175 f. Tese (doutorado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, 2010. Disponível em:<https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/106412/fiscarelli_pe_dr_guara.pdf;jsessionid=087431022E75BBE6723D5A68A239B221?sequence=1>

FOUREZ, G. **Alfabetização Científica y Tecnológica: acerca de las finalidades de la enseñanza de las ciencias**. Trad. E. G. Sarriá. Buenos Aires: Ediciones Colihue, 2005. 256p.

FRANCO, M. L. P. 2008. *Análise de conteúdo* 3. ed. Brasília: Líber Livro.

FRANCO, A. L. C., LOBO, I. P., CRUZ, R. S., TEIXEIRA, C. M. L. L., NETO, J. A. A. & MENEZES, R. S. (2013). **Biodiesel de Microalgas: Avanços E Desafios**; *Quim. Nova*, Vol. 36, Número 3, 437-448. Recuperado em 03 julho, 2020 de <http://static.sites.sbq.org.br/quimicanova.sbq.org.br/pdf/Vol36No3_437_14-RV12439.pdf>. Acesso em 03 de jul. 2020.

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 Práticas de Química Orgânica**. *Química Nova*, Vol. 30, Número 5, p. 1369-1373, 2007. Disponível em: <https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422007000500053>.

GIL, A. C. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. 5 ed. São Paulo: Atlas, 2007. Disponível em: <<https://ayanrafael.files.wordpress.com/2011/08/gil-a-c-mc3a9todos-e-tc3a9nicas-de-pesquisa-social.pdf>>.

GIL-PÉREZ, D. e VILCHES, A. **Educación ciudadana y alfabetización científica: mitos y realidades**. *Revista Ibero-americana de Educación*, n. 42, p. 31-53, 2006. Disponível em: <<https://rieoei.org/historico/documentos/rie42a02.pdf>>.

GODOY, A. S. Introdução a pesquisa qualitativa e suas possibilidades. **Revista de Administração de Empresas**. São Paulo, v. 35, n. 2, p. 57-63, Mar./abr. 1995. Disponível em: <<https://www.scielo.br/pdf/rae/v35n2/a08v35n2.pdf>>.

GUARIEIRO, L. L. N.; VASCONCELOS, P. C.; SOLCI, M. C. **Poluentes Atmosféricos Provenientes da Queima de Combustíveis Fósseis e Biocombustíveis: Uma Breve Revisão**. *Rev. Virtual Quim.*, 2011, 3 (5), 434-445. Disponível em: <<http://repositoriosenaiba.fieb.org.br/bitstream/fieb/392/1/Poluentes%20atmosf%C3%A9ricos%20....pdf>>.

GUIMARÃES, M. **A dimensão ambiental na educação**. Campinas: Papirus, 1995.

HAZEN, R. M.; TREFIL, J. **Saber ciência**. São Paulo: Cultura, 1995.

INVERNIZZI, N.; FRAGA, L. **Estado da arte na educação em ciência, tecnologia e sociedade e ambiente no Brasil**. *Ciência & Ensino*, v. 1, n. especial, 2007.

LAGO, A. A. C. do. **Conferências de desenvolvimento sustentável**. Brasília: Fundação Alexandre de Gusmão, 2013. Disponível em: <<http://funag.gov.br/loja/download/1047-conferencias-de-desenvolvimento-sustentavel.pdf>>. Acesso em: 12 mar. 2020.

LOUREIRO, Carlos Frederico Bernardo; LIMA, Jacqueline Girão Soares de. **Educação Ambiental e Educação Científica na perspectiva Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS): pilares para uma educação crítica**. *Acta Scientiae*, v. 11, n. 1, p. 88-100, 2009. Disponível em: <<http://www.periodicos.ulbra.br/index.php/acta/article/download/57/51>>.

LUCK, Heloísa. **Pedagogia Interdisciplinar. Fundamentos teórico-metodológicos.** Petrópolis, RJ: Vozes, 1994. Disponível em: <<https://periodicos.ufrn.br/educacaoemquestao/article/download/18362/12581/>>.

LUZ, R.; QUEIROZ, M. B. A.; PRUDÊNCIO, A. V.; **CTS ou CTSA: O Que (Não) Dizem as Pesquisas sobre Educação Ambiental e Meio Ambiente?** ALEXANDRIA: R. Educ. Ci. Tec., Florianópolis, v. 12, n. 1 p. 31-54, maio. 2019. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/alexandria/article/view/1982-5153.2019v12n1p31>>.

MAMEDE, M.; ZIMMERMANN, E. **Letramento Científico e CTS na Formação de Professores para o Ensino de Física**, trabalho apresentado no XVI SNEF – Simpósio Nacional de Ensino de Física, São Luís. 2007. Disponível em: <https://ddd.uab.cat/pub/edlc/edlc_a2005nEXTRA/edlc_a2005nEXTRA320letcie.pdf>.

MARCONDES, M. E. R. **As Ciências da Natureza nas 1ª e 2ª versões da Base Nacional Comum Curricular.** Estudos Avançados 32 (94), 2018. Disponível em: <https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142018000300269>.

MENDONÇA, P. **Educação ambiental como política pública: avaliação dos Parâmetros em Ação Meio Ambiente na Escola.** Dissertação (Mestrado em Políticas Públicas e Gestão Ambiental) – Universidade de Brasília/Centro de Desenvolvimento Sustentável. 2004.

MENEGHETTI, S. M. P.; MENEGHETTI, M. R. & BRITO, Y. C. (2013); **A Reação de Transesterificação, Algumas Aplicações e Obtenção de Biodiesel;** *Rev. Virtual Quim.*, 5 (1), p.63-73. Disponível em: <<http://rvq-sub.s bq.org.br/index.php/rvq/article/view/389/296>>. Acesso em: 10 de jul. 2020.

MILARÉ, T.; RICHETTI, G. P.; FILHO, J. de P. A. Alfabetização Científica no Ensino de Química: Uma Análise dos Temas da Seção Química e Sociedade da Revista Química Nova na Escola. **Química Nova na Escola**, Vol. 31, Nº 3, 2009. Disponível em: <http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc31_3/03-QS-0809.pdf>

MORAIS, V. S. de; CASTRO, E. V. R. de; CARNEIRO, M. T. W. D.; BRANDÃO, G. P.; JÚNIOR, R. F.; SENA, D. R. **Cor ASTM: Um Método Simples e Rápido para Determinar a Qualidade do Biodiesel Produzido a Partir de Óleos Residuais de Fritura.** *Quím. Nova*, Vol. 36, No. 4, 587-592, 2013. Disponível em: <https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422013000400018#:~:text=Demonstrou%2Dse%20que%20o%20ensaio,ao%20%C3%ADndice%20de%20acidez%20total.>.

MOTA, C. J. A.; MONTEIRO, R. S. (2013) **Química e Sustentabilidade: Novas Fronteiras em biocombustíveis;** *Quim. Nova*, Vol. 36, Número. 10, 1483-1490. Disponível em: <http://static.sites.s bq.org.br/quimicanova.s bq.org.br/pdf/Vol36No10_1483_01-NE13487.pdf>. Acesso em 12 de jul. 2020.

NASCIMENTO, E. M. D. FROTA, K. P. P. & TORRES, I. C. **Encontros, Convenções e Tratados: o Espaço Urbano e a Participação da Mulher na Política Ambiental.** In: 18º. REDOR – Tema: Perspectivas Feministas de Gênero: Desafios no Campo da Militância e nas Práticas Científicas. UFRPE, Recife, 2014. Disponível em: <<http://www.ufpb.br/evento/index.php/18redor/18redor/paper/viewFile/612/756>>.

NETO, J. S. **Projeto Horta na Escola: Ação Estratégica do Pibid na Formação Inicial do Bolsista de Ciências Biológicas**. 187 f. Dissertação (mestrado) – Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia-Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática – PGECEM, 2017. Disponível em: <<http://biblioteca.ifce.edu.br/index.html>>.

NETO, P. R. C.; ROSSI, L. F. S.; ZAGONEL, G. F. RAMOS, P. L. **Produção de Biocombustível Alternativo ao Óleo Diesel Através da Transesterificação de Óleo de Soja Usado em Frituras**. *Quím. Nova*, 23(4), p. 531-537, 2000. Disponível em: <http://static.sites.sbq.org.br/quimicanova.sbq.org.br/pdf/Vol23No4_531_v23_n4_%2816%29.pdf>. Acesso em: 10 de jul. 2020.

NIEZER, N. T. **Ensino de soluções químicas por meio da abordagem Ciência Tecnologia Sociedade (CTS)**, 2012. 139 f. Dissertação. (Mestrado em Ensino de Ciência e Tecnologia) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Ponta Grossa, 2012. <http://riut.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/1237/1/PG_PPGECEM_Niezer%2C%20T%C3%A2nia%20Mara_2012.pdf> Acesso em ago. 2019

OLIVEIRA, de C. O. JÚNIOR, P. M.; MARQUES, A. C. M. T. L.; BENEVIDES, R. R. T. **Análise de conteúdo como ferramenta para avaliação da aprendizagem de conceitos sociocientíficos**. *Enseñanza de Las Ciencias*, N° extraordinario, p. 4113-4118, 2017.

OLIVEIRA, D. M. de; ONGARATTO, D. P.; FONTOURA, L. A. M.; NACIUK F. F., SANTOS, V. O. B. dos; KUNZ, J. D., MARQUES, M. V., PEREIRA, C. M. de; SOUZA, A. O. de & SAMIOS, D. **Obtenção de Biodiesel por Transesterificação em Dois Estágios e sua Caracterização por Cromatografia Gasosa: Óleos e Gorduras em Laboratório de Química Orgânica**; *Quím. Nova*, Vol. 36, Número 5, p. 734-737, 2013. Disponível em: <<https://www.scielo.br/pdf/qn/v36n5/21.pdf>>. Acesso em 16 julho, 2020 de

OLIVEIRA, F.C.C.; SUAREZ, P.A.Z. e SANTOS, W.L.P. **BIODIESEL: Possibilidades e Desafios**. *Química Nova na Escola*, n. 8, maio, p. 3-8, 2008. Disponível em: <<http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc28/02-QS-1707.pdf>> Acesso em: 10 ago. 2019.

OLIVEIRA, R. CACURO, T. A.; FERNANDEZ, S.; IRAZUSTA, S. P. **Aprendizagem Significativa, Educação Ambiental e Ensino de Química: Uma Experiência Realizada em uma Escola Pública**. *Revista Virtual de Química*, v.8, p.913-925, 2016. <<http://rvq.sbq.org.br/imagebank/pdf/v8n3a25.pdf>> Acesso em ago. 2019

Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC). 2018. **Glossário**. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2019/10/SR15_Glossary_spanish.pdf>

PARENTE, E.J., **Biodiesel: Uma Aventura Tecnológica num País Engraçado**. Fortaleza, TECBIO, 2003, p. 1-66. Disponível em: <<http://www.xitizap.com/Livro-Biodiesel.pdf>>. Acesso em ago. 2019.

PALACIOS, E. M. G.; GALBARTE, J. C. G.; CEREZO, J. A. L.; LUJÁN, J. L.; GORDILLO, M. M.; OSORIO, C.; VALDÉS, C. **Ciencia, Tecnología y Sociedad: una aproximación conceptual**. Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura (OEI), 2001. Bravo Murillo, 38, 28015 Madrid, España, 2001.

PASQUALETTO, A.; BARBOSA, G. N. **Aproveitamento do óleo residual de fritura na produção de biodiesel**. In. XXXI Congresso Interamericano AIDIS. Santiago, Chile, 12 a 15 de outubro, 2008, 8p.

PATTON, M. G. **Qualitative Research and Evaluation Methods**, 3 ed. Thousand Oaks, CA: Sage, 2002. Disponível em: < https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-65552003000200018>.

PETROBRAS. **Glossário**. 2010. Documento interno disponível na intranet da Petrobras. Disponível em: <<https://www.investidorpetrobras.com.br/servicos-ao-investidor/glossario/>>

PINHEIRO, A. C., GONÇALVES, A. B., BAADER, W. J., YAMAGUCHI, L. F., MALEK, N. I., BASTOS, E. L. and Seoud, O. A. el (2018). **Biofuels from Coconut Fat and Soybean Oil: Microwave-assisted Synthesis and Gas Chromatography/Mass Spectrometry Analysis**; *Quim. Nova*, Vol. 41, Número 10, 1200-1204. Disponível em: <<http://static.sites.sbq.org.br/quimicanova.sbq.org.br/pdf/ED20180046.pdf>>. Acesso em 01 jul. 2020.

RAMOS, E. C. **Educação Ambiental: Evolução Histórica, Implicações Teóricas e Sociais. Uma Evolução Crítica**. 147 f. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Paraná - Curso de Pós-Graduação em Educação na área de Concentração de Educação e Trabalho, 1996. Disponível em: <<https://acervodigital.ufpr.br/handle/1884/29517#:~:text=Das%20implica%C3%A7%C3%B5es%20te%C3%B3ricas%20e%20sociais,e%20o%20conceito%20de%20ecologia.>>.

RIATTO, V. B.; VICTOR, M. M.; CUNHA, S.; MAGALHÃES, A. C. R.; CRUZ, F. T.; CARRIÇO, C.S. **Craqueamento Térmico da Glicerina: Uma proposta de Experimento para Química Orgânica**. *Química Nova*, Vol. 38, Número 5, p 727-731, 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422015000500727>.

RINALDI, R.; GARCIA, C.; MARCINIUK, L. L.; ROSSI, A. V. e SCHUCHARDT, U. **Síntese de biodiesel: uma proposta contextualizada de experimento para laboratório de química geral**. *Química Nova*, v. 30, n.5, p. 1374-1380. 2007. Disponível em: <<https://www.scielo.br/pdf/qn/v30n5/a54v30n5.pdf>>. Acesso em 20 de jun. de 2020.

ROBLES, S. L. R.; CHÁVEZ, M.G.G.; BALLESTEROS, A.C. **El campo de la salud ambiental: una oportunidad para alcanzar las metas de la educación científica**. *Ambiente & Sociedade*, São Paulo v.18, n.4, p. 75-96, 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1414-753X2015000400006>.

RUA, E. R.; SOUZA, P. S. A. de; **Educação Ambiental em uma Abordagem Interdisciplinar e Contextualizada por Meio das Disciplinas Química e Estudos Regionais**. *Revista Química Nova na Escola*, Vol. 32, Nº 2, 2010. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc32_2/07-RSA-5909.pdf>.

SANTOS, W. L. P. **Contextualização no ensino de ciências por meio de temas CTS em uma perspectiva crítica**. *Ciência & Ensino*, v. 1, p. 1-12, 2007. Disponível em: <<http://files.gpecea-usp.webnode.com.br/200000358-0e00c0e7d9/AULA%206-%20TEXTO%2014->>

%20CONTEXTUALIZACAO%20NO%20ENSINO%20DE%20CIENCIAS%20POR%20M EI.pdf>.

SANTOS, A. P. B.; PINTO, A. C. **Biodiesel: Uma alternativa de combustível limpo.** In: Química Nova na Escola, vol. 31, nº1, 2009. Disponível em: http://www.quimica.ufpb.br/posgrad/teses/Tese_Joselene_Ribeiro_Jesus.pdf>. Acesso em ago. 2019

SANTOS, G. R.; QUEIROZ, S. L. Leitura e interpretação de artigos científicos por alunos de graduação em química. *Ciência & Educação*, v. 13, n. 2, p. 193-209, 2007.

SANTOS, W.L.P.; MORTIMER, E.F. **Uma Análise de Pressupostos Teóricos da Abordagem C-TS (Ciência – Tecnologia – Sociedade) no Contexto da Educação Brasileira.** *Revista Ensaio*, v.02, p.110-132, 2000. <<http://www.scielo.br/pdf/epec/v2n2/1983-2117-epec-2-02-00110.pdf>> Acesso em ago. 2019

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F.; SCOTT, P. H. **A argumentação em discussões sócio científicas: reflexões a partir de um estudo de caso.** *RBPEC*, v. 1, n. 1, p. 1-13, 2001. Disponível em: <https://repositorio.unb.br/bitstream/10482/12137/1/ARTIGO_ArgumentacaoDiscussoesSocioCientificas.pdf>.

SANTOS, W.L.P.; SCHNETZLER, R.P. **Educação em Química: Compromisso com a Cidadania** 4ªEd., Ijuí, Editora Unijuí, 160p. 2015.

SANTOS, W. L. P. **A Química e a Formação para a Cidadania.** *Educ. Quím.*, 22(4), 300-305, 2011. Disponível em: <http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-893X2011000400004>.

SASSERON, L.H. **Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: relações entre ciências da natureza e escola.** *Revista Ensaio*, Belo Horizonte, v.17 n. especial, p.49-67, novembro, 2015. Disponível em: <<https://www.scielo.br/pdf/epec/v17nspe/1983-2117-epec-17-0s-00049.pdf>>.

SASSERON, L.H.; CARVALHO, A. M. P. de. **Alfabetização Científica: uma revisão bibliográfica.** *Investigações em Ensino de Ciências – V16(1)*, pp. 59-77, 2011.

SERRANO, C. M. M. **Educação Ambiental e Consumerismo em Unidade de Ensino Fundamental de Viçosa - MG.** 2003. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestal) Universidade Federal de Viçosa - UFV, 91.p. 2003. Disponível em: <<https://www.locus.ufv.br/handle/123456789/9232>>.

SOUSA, A. C. de; SILVA, C. E. da. **O ensino de Química na construção de um futuro sustentável: princípios da Química Verde e questões curriculares.** *Revista Principia*, N ° 4 4, p. 58-68, 2019. Disponível em:<<https://periodicos.ifpb.edu.br/index.php/principia/article/view/1984>>.

TEIXEIRA, P. M. M., **A Educação Científica sob a Perspectiva da Pedagogia Histórico-Social e do Movimento CTS no Ensino de Ciências.** *Ciência & Educação*, 9(2), 177–190,

2003. Disponível em: <https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1516-73132003000200003&script=sci_abstract&tlng=pt>.

THAIYASUIT, P.; PIANTHONG, K.; WORAPUN, I. **Acid Esterification-Alkaline Transesterification Process for Methyl Ester Production from Crude Rubber Seed Oil**. Journal of Oil Science, v. 61, p. 81-88, 2012.

UN. **Addis Ababa Action Agenda of the Third International Conference on Financing for Development**. Outcome of the conference, 2015c. Disponível em: <http://www.un.org/ga/search/view_doc.asp?symbol=A/RES/69/313>.

VILCHES, A.; GIL PÉREZ, D.; PRAIA, J. **De CTS a CTSA: educação por um futuro sustentável**. In: SANTOS, W. L. P.; AULER, D. (Orgs). **CTS e educação científica: desafios, tendências e resultados de pesquisas**. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2011. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/291958339_De_CTS_a_CTSA_Educacao_por_um_futuro_sustentavel>.

YIN. R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 3 ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

ZANELLI, J. C. **Pesquisa qualitativa em estudos da gestão de pessoas**. Estudos da Psicologia, n. 7, p. 79-88, 2002. Disponível em: <<https://www.scielo.br/pdf/epsic/v7nspe/a09v7esp.pdf>>.

ZEPPONE, R. M. O. **Educação ambiental: Teoria e Práticas Escolares**. São Paulo: Jm, 154 p. 1999.

APÊNDICE A – TCLE



TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Abordagem CTSA no Ensino de Química: a Temática Biodiesel na Formação do Técnico em Química

Pesquisadora: Cyndi Beatriz Anjos de Souza

Orientadora: Caroline de Goes Sampaio

Você está sendo convidado a participar como voluntário de uma pesquisa. Este documento, chamado Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, visa assegurar seus direitos como participante e é elaborado em duas vias, uma que deverá ficar com você e outra com o pesquisador.

Por favor, leia com atenção e calma, aproveitando para esclarecer suas dúvidas. Se houver perguntas antes ou mesmo depois de assiná-lo, você poderá esclarecê-las com o pesquisador. Se preferir, pode levar este Termo para casa e consultar seus familiares ou outras pessoas antes de decidir participar. Não haverá nenhum tipo de penalização ou prejuízo se você não aceitar participar ou retirar sua autorização em qualquer momento.

Justificativa e objetivos:

Como a abordagem CTSA pode contribuir para um ensino contextualizado de Química? Como a compreensão da temática biodiesel nas aulas práticas laboratoriais pode ser facilitada para os discentes através da aplicação deste movimento no ensino? Para responder a estes questionamentos norteadores, esta pesquisa tem por objetivo ensinar Química através de fontes renováveis de energia pela perspectiva CTSA, aplicando a técnica de síntese de biodiesel através de óleo residual como ferramenta de ensino.

Objetivo Geral da pesquisa:

Verificar como uma metodologia com enfoque CTSA pode contribuir com o ensino de Química contextualizando o tema o uso de energias renováveis como matriz energética no Curso Técnico em Química do IFCE – Campus Maracanaú utilizando a produção de biodiesel como uma ferramenta de ensino.

Objetivos específicos da pesquisa:

- Promover uma discussão a respeito do uso de fontes de energia renováveis como matriz energética através do ensino contextualizado com abordagem CTSA;
- Aplicar a técnica de obtenção de biodiesel como uma ferramenta experimental nas aulas práticas;
- Verificar a contribuição, por meio de testes, que serão aplicados antes e após a intervenção metodológica e a importância do enfoque CTSA.
- Procurar desenvolver no indivíduo uma capacidade de leitura, capacidade de buscar informações em fontes confiáveis, de forma a analisá-las criticamente e selecioná-las.

Procedimentos:

Participando do estudo você está sendo convidado a responder questionário e a gravações de áudio e/ou vídeo sempre que necessário durante o período de aplicação desta pesquisa. Os procedimentos descritos ocorrerão nas instalações do IFCE – *Campus* Maracanaú, obedecendo-se os horários da disciplina de Química Ambiental, não sendo necessária a presença no *campus* em outros períodos. Somente a pesquisadora e a orientadora terão acesso aos materiais coletados e a identidade dos participantes será mantida em sigilo absoluto. A aplicação de questionários deve ocorrer dentro do tempo de uma (1) aula, que corresponde a 50 minutos. Ao fim da pesquisa, os dados serão discutidos pelas pesquisadoras envolvidas e, em seguida, os materiais coletados na forma de questionário e entrevista de áudio e/ou vídeo serão descartados, ficando em posse dos pesquisadores por um período máximo de 12 meses.

Desconfortos e riscos:

Você **não** deve participar deste estudo caso sentir algum tipo de desconforto dentro das dependências do laboratório de química ou possuir impossibilidade de seguir as orientações do pesquisador, pois essa pesquisa envolve a participação em aulas práticas experimentais, que estão inseridas no componente curricular da disciplina em que será desenvolvido o estudo.

Ao estar dentro do laboratório de química para a realização das aulas experimentais dessa pesquisa, o sujeito está exposto aos seguintes riscos:

- Risco de acidente

Este risco coloca em perigo a integridade e o bem-estar físico e moral do profissional que trabalha dentro do local. Os maiores riscos estão associados a máquinas e equipamentos que podem causar incêndios e explosões. Acidentes mais comuns: queimaduras, cortes e perfurações. Esse risco é classificado como mínimo, pois não será manuseado diretamente nenhum equipamento dessa natureza.

- Riscos ergonômicos

Acontecem devido aos esforços repetitivos que prejudicam a postura do profissional, causando lesões graves e que podem afetar a realização de suas atividades laboratoriais. São considerados riscos ergonômicos todas as ações que podem interferir nas características psicofisiológicas do profissional. Os melhores exemplos desses riscos são: levantamento de peso, execução de movimentos repetitivos, trabalho em turnos muito longos e postura incorreta do trabalhador durante a execução de suas funções. Esse risco é classificado com moderado.

- **Riscos físicos**

O risco físico pode ser gerado por máquinas e condições físicas inadequadas, tais como: pressões anormais, temperaturas extremas de frio ou calor, ruídos e vibrações, umidade, radiações ionizantes e não ionizantes. Esse risco é classificado como mínimo, pois os sujeitos não serão expostos diretamente a tais condições citadas anteriormente.

- **Riscos químicos**

Estão relacionados com a exposição do profissional a agentes ou substâncias químicas na forma líquida, gasosa ou em forma de partículas encontradas no (poeira, mineral e vegetal), podendo penetradas vias respiratórias, pele ou ser ingeridas. Esse risco é classificado com alto, visto que os sujeitos irão manejar reagentes químicos. No entanto, tudo acontecerá com a devida supervisão dos pesquisadores e mediante a utilização dos Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) que serão descritos posteriormente.

- **Riscos biológicos**

Está relacionado ao manuseio ou contato com materiais biológicos e/ou animais infectados com agente biológicos nocivos como: bactérias, fungos, vírus e protozoários. Este tipo de risco é responsável por uma série de doenças que podem prejudicar a saúde do profissional. Esse risco é identificado como mínimo, visto que nenhum dos itens descritos acima fazem parte da aula experimental dessa pesquisa.

Para evitar os riscos existentes dentro desse ambiente, todos os sujeitos da pesquisa devem seguir as normas técnicas e legais e utilizar os EPIs mais adequados para a proteção contra esses agentes. São indicados para esse tipo de atividade os seguintes EPIs:

- Avental de segurança;
- Luvas descartáveis de nitrílica, borracha ou látex;
- Máscara de proteção respiratória;
- Óculos de proteção;
- Protetor facial.

Benefícios:

Ao participar desta pesquisa você não terá nenhum benefício direto. Espera-se, no entanto, que este estudo produza informações importantes sobre a abordagem CTS utilizada nas aulas de Química, de forma que o conhecimento construído a partir desta pesquisa possa subsidiar futuras adesões a mesma metodologia, onde o pesquisador se compromete a divulgar os resultados obtidos.

Acompanhamento e assistência:

Caso o participante necessite de algum acompanhamento ou assistência poderá solicitar aos pesquisadores responsáveis pela pesquisa. Se assim o desejar, poderá solicitar a interrupção da participação na pesquisa, se ela estiver lhe causando algum desconforto. Caso aconteça algum acidente no Laboratório de Química, o participante será encaminhado a enfermaria do Campus para receber o atendimento de primeiros socorros, e a depender da avaliação realizada, o SAMU será acionado caso o acidente possua maior gravidade.

Sigilo e privacidade:

Você tem a garantia de que sua identidade será mantida em sigilo e nenhuma informação será dada a outras pessoas que não façam parte da equipe de pesquisadores. Na divulgação dos resultados desse estudo, seu nome não será citado. Qualquer gravação (áudio e/ou vídeo) e/ou

questionário aplicados durante a pesquisa será(ão) mantido(s) em posse do pesquisador responsável por um período de 18 meses. Passado este período, todo o material será descartado.

Ressarcimento e Indenização:

Você terá direito ao ressarcimento das despesas diretamente decorrentes de sua participação na pesquisa e à indenização pelos danos resultantes desta, nos termos da Lei.

Contato:

Em caso de dúvidas sobre a pesquisa, você poderá entrar em contato com as pesquisadoras Cyndi Beatriz Anjos de Souza ou Caroline de Goes Sampaio, Av. Treze de maio, 2081 - Benfica, Fortaleza - CE, 60040-531, Coordenação do Mestrado Acadêmico em Ensino de Ciência e Matemática (PGECEM, sala 141), fone (85) 98120-8826, e-mail: cyndianjos@yahoo.com.br

Em caso de denúncias ou reclamações sobre sua participação e sobre questões éticas do estudo, você poderá entrar em contato com a secretaria do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) do IFCE das 08:00hs às 12:00hs e das 13:00hs as 17:00hs no IFCE Reitoria - R. Jorge Dumar, 1703 - Jardim América, Fortaleza - CE, 60410-426; fone (85) 34012332 e-mail: cep@ifce.edu.br

Consentimento livre e esclarecido:

Após ter recebido esclarecimentos sobre a natureza da pesquisa, seus objetivos, métodos, benefícios previstos, potenciais riscos e o incômodo que esta possa acarretar, aceito participar e declaro estar recebendo uma via original deste documento assinada pelo pesquisador e por mim, tendo todas as folhas por nós rubricadas:

Nome do(a) participante:

Contato telefônico (opcional):

e-mail (opcional):

(Assinatura do participante ou nome e assinatura do seu RESPONSÁVEL LEGAL)

Data: ____/____/____.

Responsabilidade do Pesquisador:

Asseguro ter cumprido as exigências da resolução 466/2012 CNS/MS e complementares na elaboração do protocolo e na obtenção deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Asseguro, também, ter explicado e fornecido uma via deste documento ao participante. Informo que o estudo foi aprovado pelo CEP perante o qual o projeto foi apresentado e pela CONEP, quando pertinente. Comprometo-me a utilizar o material e os dados

obtidos nesta pesquisa exclusivamente para as finalidades previstas neste documento ou conforme o consentimento dado pelo participante.

Nome do(a) pesquisador(a):

[Assinatura do(a) pesquisador(a)]

Data: ____/____/____.

APÊNDICE B – TCLE PAIS / RESPONSÁVEIS



TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO AOS PAIS/RESPONSÁVEIS

ABORDAGEM CTSA NO ENSINO DE QUÍMICA: A TEMÁTICA BIODIESEL NA FORMAÇÃO DO TÉCNICO EM QUÍMICA

Cyndi Beatriz Anjos de Souza
Caroline de Goes Sampaio

Seu filho(a) está sendo convidado a participar como voluntário de uma pesquisa. Este documento, chamado Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, visa assegurar os direitos como participante e é elaborado em duas vias, uma que deverá ficar com você e outra com o pesquisador.

Por favor, leia com atenção e calma, aproveitando para esclarecer suas dúvidas. Se houver perguntas antes ou mesmo depois de assiná-lo, você poderá esclarecê-las com o pesquisador. Se preferir, pode levar este Termo para casa e consultar seus familiares ou outras pessoas antes de decidir autorizar. Não haverá nenhum tipo de penalização ou prejuízo se você não aceitar autorizar ou retirar sua autorização em qualquer momento.

Justificativa e objetivos:

Como a abordagem CTSA pode contribuir para um ensino contextualizado de Química? Como a compreensão da temática biodiesel nas aulas práticas laboratoriais pode ser facilitada para os discentes através da aplicação deste movimento no ensino? Para responder a estes questionamentos norteadores, esta pesquisa tem por objetivo ensinar Química através de fontes renováveis de energia pela perspectiva CTSA, aplicando a técnica de síntese de biodiesel através de óleo residual como ferramenta de ensino.

Procedimentos:

Participando do estudo seu filho está sendo convidado a responder questionário e a gravações de áudio e/ou vídeo sempre que necessário durante o período de aplicação desta pesquisa. Os procedimentos descritos ocorrerão nas instalações do IFCE – *Campus* Maracanaú, obedecendo-se os horários da disciplina de Química Ambiental, não sendo necessária a presença no *campus* em outros períodos. Somente a pesquisadora e a orientadora terão acesso aos materiais coletados e a identidade dos participantes será mantida em sigilo absoluto. A aplicação de questionários deve ocorrer dentro do tempo de uma (1) aula, que corresponde a 50 minutos. Ao fim da pesquisa, os dados serão discutidos pelas pesquisadoras envolvidas e, em seguida, os materiais coletados na forma de questionário e entrevista de áudio e/ou vídeo serão descartados, ficando em posse dos pesquisadores por um período máximo de 12 meses.

Desconfortos e riscos:

Você não deve autorizar se você ou seu filho(a) sentir algum desconforto em seu filho(a) ser observado na realização e participação das atividades de aula online.

Você não deve autorizar se você ou seu filho(a) sentir algum desconforto em seu filho(a) responder perguntas solicitadas através de questionário anônimo.

Você não deve autorizar se seu filho(a) não possuir acesso à internet para participação de aulas online e responder questionários anônimos online que serão solicitados.

Ao utilizar a internet o adolescente corre riscos de: exposição de imagem e/ou informações pessoais; exposição a conteúdos impróprios de pornografia, violência e racismo; ter contato com pessoas mal-intencionadas através de e-mails, chats e redes sociais. Esses riscos podem ser minimizados e até evitados com um bom uso da rede seguindo algumas orientações:

- Seguir orientações de um adulto responsável;
- Não clicar em *sites* estranhos e desconhecidos;
- Não responder mensagens maliciosas de desconhecidos e avisar, caso ocorra, imediatamente ao seu responsável;
- Não compartilhar fotos impróprias e/ou informações pessoais.

Benefícios:

Ao participar desta pesquisa você não terá nenhum benefício direto. Espera-se, no entanto, que este estudo produza informações importantes sobre a abordagem CTS utilizada nas aulas de Química, de forma que o conhecimento construído a partir desta pesquisa possa subsidiar futuras adesões a mesma metodologia, onde o pesquisador se compromete a divulgar os resultados obtidos.

Acompanhamento e assistência:

O participante poderá pedir, a qualquer momento durante a pesquisa, assistência aos pesquisadores responsáveis, bem como pedir a interrupção de sua participação na pesquisa, caso julgue necessário, se sentir algum desconforto com a participação.

Sigilo e privacidade:

Você tem a garantia de que a identidade de seu filho(a) será mantida em sigilo e nenhuma informação será dada a outras pessoas que não façam parte da equipe de pesquisadores. Na divulgação dos resultados desse estudo, o nome de seu filho(a) não será citado.

Ressarcimento e Indenização:

Você terá direito ao ressarcimento das despesas diretamente decorrentes de sua participação na pesquisa e à indenização pelos danos resultantes desta, nos termos da Lei.

Contato:

Em caso de dúvidas sobre a pesquisa, você poderá entrar em contato com as pesquisadoras Cyndi Beatriz Anjos de Souza ou Caroline de Goes Sampaio, Av. Treze de maio, 2081 - Benfica, Fortaleza - CE, 60040-531, Coordenação do Mestrado Acadêmico em Ensino de Ciência e Matemática (PGECM, sala 141), fone (85) 98120-8826, e-mail: cyndianjos@yahoo.com.br

Em caso de denúncias ou reclamações sobre sua participação e sobre questões éticas do estudo, você poderá entrar em contato com a secretaria do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) do IFCE das 08:00hs às 12:00hs e das 13:00hs as 17:00hs no IFCE Reitoria - R. Jorge Dumar, 1703 - Jardim América, Fortaleza - CE, 60410-426; fone (85) 34012332 e-mail: cep@ifce.edu.br

Consentimento livre e esclarecido:

Após ter recebido esclarecimentos sobre a natureza da pesquisa, seus objetivos, métodos, benefícios previstos, potenciais riscos e o incômodo que esta possa acarretar, aceito a participação de meu filho(a) e declaro estar recebendo uma via original deste documento assinada pelo pesquisador e por mim, tendo todas as folhas por nós rubricadas:

Nome do(a) participante:

Contato telefônico (opcional):

e-mail (opcional):

(Assinatura do participante do RESPONSÁVEL LEGAL)

Data: ____/____/____.

Responsabilidade do Pesquisador:

Asseguro ter cumprido as exigências da resolução 466/2012 CNS/MS e complementares na elaboração do protocolo e na obtenção deste Termo de Consentimento Livre

e Esclarecido. Asseguro, também, ter explicado e fornecido uma via deste documento ao participante. Informo que o estudo foi aprovado pelo CEP perante o qual o projeto foi apresentado e pela CONEP, quando pertinente. Comprometo-me a utilizar o material e os dados obtidos nesta pesquisa exclusivamente para as finalidades previstas neste documento ou conforme o consentimento dado pelo participante.

Nome do(a) pesquisador(a):

Cyndi Beatriz Anjos de Souza

[Assinatura do(a) pesquisador(a)]

Data: ____/____/____

APÊNDICE C– PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: ABORDAGEM CTSA NO ENSINO DE QUÍMICA: A TEMÁTICA BIODIESEL NO CURSO TÉCNICO EM QUÍMICA

Pesquisador: CYNDI BEATRIZ ANJOS DE SOUZA

Área Temática:

Versão: 3

CAAE: 44768620.2.0000.5589

Instituição Proponente: INSTITUTO FEDERAL DE EDUCACAO, CIENCIA E TECNOLOGIA DO CEARA

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 4.714.973

Apresentação do Projeto:

Esse trabalho tem como objetivo apresentar uma proposta metodológica de ensino de Química utilizando a temática biodiesel como tema de contextualização para uma abordagem CTSA-Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente.

Objetivo da Pesquisa:

Verificar como uma metodologia com enfoque CTS pode contribuir com o ensino de química contextualizando o tema o uso de energias renováveis como matriz energética no Curso Técnico em Química do IFCE – Campus Maracanaú utilizando a produção de biodiesel como uma ferramenta de ensino.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos:

Os riscos foram esclarecidos adequadamente e informam de forma clara aos participantes o que poderá acontecer em caso de aceitação de participação na pesquisa.

Benefícios:

Ao participar desta pesquisa você não terá nenhum benefício direto. Espera-se, no entanto, que este estudo produza informações importantes sobre a abordagem CTSA utilizada nas aulas de Química, de forma que o conhecimento construído a partir desta pesquisa possa subsidiar futuras adesões a mesma metodologia, onde o pesquisador se compromete a divulgar os resultados obtidos.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

A pesquisa é interessante e adota uma metodologia de ensino que facilita o aprendizado

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Os termos foram readequados conforme solicitação de pareceres anteriores.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Aprovado

Considerações Finais a critério do CEP:

É importante ressaltar que, caso alguma Instituição Coparticipante possua Comitê de Ética em Pesquisa

(CEP), o projeto, também, deverá ser avaliado no CEP da Instituição Coparticipante, após a aprovação no

CEP da Instituição Proponente, devendo o pesquisador aguardar, também, a aprovação na Instituição Coparticipante antes de iniciar sua pesquisa. Logo, recomenda-se/solicita-se que o pesquisador efetue essa verificação.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1672616.pdf	13/05/2021 22:36:23		Aceito
Outros	termoassentimento.docx	13/05/2021 22:35:19	CYNDI BEATRIZ ANJOS DE SOUZA	Aceito
Outros	tclepais.docx	13/05/2021 22:34:32	CYNDI BEATRIZ ANJOS DE SOUZA	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	Termo_de_consentimento_livre_e_esclara recido.docx	13/05/2021 22:33:44	CYNDI BEATRIZ ANJOS DE SOUZA	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto.docx	13/05/2021 22:33:15	CYNDI BEATRIZ ANJOS DE SOUZA	Aceito
Cronograma	Previsao_do_cronograma_de_execucao.docx	13/05/2021 22:32:36	CYNDI BEATRIZ ANJOS DE SOUZA	Aceito
Declaração de Pesquisadores	Declaracaoderesultados.pdf	30/11/2020 21:29:49	CYNDI BEATRIZ ANJOS DE SOUZA	Aceito

Continuação do Parecer: 4.714.973

Outros	Declaracaoderegresso.pdf	30/11/2020 21:29:06	CYNDI BEATRIZ ANJOS DE SOUZA	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	Termo_de_autorizacao_e_declaracao_d e_infraestrutura.pdf	30/11/2020 21:26:13	CYNDI BEATRIZ ANJOS DE SOUZA	Aceito
Orçamento	Orcamento.pdf	30/11/2020 21:25:36	CYNDI BEATRIZ ANJOS DE SOUZA	Aceito

Folha de Rosto	folhadeRosto.pdf	30/11/2020 21:09:09	CYNDI BEATRIZ ANJOS DE SOUZA	Aceit o
----------------	------------------	------------------------	---------------------------------------	------------

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

FORTALEZA, 17 de maio de 2021

Assinado por:
Jefté Ferreira da Silva
(Coordenador(a))

APÊNDICE D – QUESTIONÁRIO DA AOP

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E
MATEMÁTICA MESTRADO ACADÊMICO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E
MATEMÁTICA**

**Título da Pesquisa: O ensino de Química aliado a Educação Ambiental através da
temática biodiesel, o uso da abordagem CTSA no curso integrado de Técnico em
Química do IFCE Campus Maracanaú Pesquisadora: Cyndi Beatriz Anjos de Souza
Orientadora: Profa. Dra. Caroline de Goes Sampaio**

**QUESTIONÁRIO REFERENTE AO ARTIGO: EXPERIMENTO COM ABACATE,
BORRA DE CAFÉ, LICURI E LEITE DE COCO PARA EXTRAÇÃO DE ÓLEO,
PRODUÇÃO DE BIODIESEL E ANÁLISE ESPECTRAL**

- 01.** Na sua opinião qual a importância da formação contemporânea dos profissionais da Química com ênfase na sustentabilidade, qual papel as aulas experimentais que envolvam a Química Verde tem nesse processo?

- 02.** No artigo foram utilizadas algumas matérias-primas para a extração de óleo e posterior síntese de biodiesel através delas, de qual ou quais não foram feitas extração de óleo? explique quais fatores levaram os autores a escolha dessas matérias-primas específicas.

- 03.** Os autores defendem que a extração do óleo de fontes renováveis é uma técnica que os profissionais da Química devem estar habilitados. Sobre a produção dos óleos descrito no artigo, escolha duas matérias-primas e descreva como foi desenvolvido o experimento.

- 04.** Explique como foram feitos a parte de Produção de biodiesel das biomassas alternativas para aula de química orgânica.

- 05.** O que você acha da realização de atividades que busquem conciliar os conteúdos estudados em sala de aula, com as aulas práticas no caso da aula experimental proposta no artigo estudado, para você quais foram os pontos positivos da intervenção realizada pelos autores?

APÊNDICE E – ROTEIRO DA AULA PRÁTICA



**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E
MATEMÁTICA
MESTRADO ACADÊMICO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA**

**Título da Pesquisa: O ensino de Química aliado a Educação Ambiental através da
temática biodiesel, o uso da abordagem CTSA no curso integrado de Técnico em
Química do IFCE Campus Maracanaú
Pesquisadora: Cyndi Beatriz Anjos de Souza
Orientadora: Profa. Dra. Caroline de Goes Sampaio**

**ROTEIRO DA AULA PRÁTICA DE PRODUÇÃO DO BIODIESEL ATRAVÉS DO
ÓLEO RESIDUAL**

INTRODUÇÃO



O biodiesel foi desenvolvido em alternância ao uso de um dos derivados do petróleo que é o óleo diesel, por se tratar de um material não-renovável existem inúmeros impactos ambientais negativos que o uso do diesel pode acarretar ao meio ambiente. Já o biodiesel é obtido através de óleos vegetais ou gordura animal, é um biocombustível renovável, ambientalmente amigável e biodegradável.

Na queima do diesel comercial são liberados na atmosfera grandes quantidades de CO_2 , compostos contendo enxofre e material particulado, o gás carbônico contribui consideravelmente para a intensificação do efeito estufa ocasionando um aumento no aquecimento da temperatura terrestre, o enxofre em contato com o ar atmosférico produz ácido sulfúrico, o que acarreta chuvas ácidas e consequentemente a acidificação de mares, lagos e também do solo, no processo de combustão do diesel, existe a presença de grande quantidade de material particulado como produto final também, assim como os outros produtos citados, o indivíduo ao inalar esse material particulado corre sérios riscos de saúde, principalmente ao sistema respiratório.

O uso do biodiesel diminui significativamente a quantidade de gás carbônico liberado por motores a combustão, além disso os vegetais que servem de matéria-prima para a produção do biodiesel capturam gás carbônico da atmosfera no processo de fotossíntese.

Com todos os benefícios que o biodiesel possui, tanto econômicos, como ambientais e sociais, o Brasil começou a adotar parcialmente a utilização do biodiesel numa mistura diesel/biodiesel, em postos de combustíveis, através da Lei 11.097.

DECRETO No - 5.448, DE 20 DE MAIO DE 2005 Regulamenta o § 1o do art. 2o da Lei no 11.097, de 13 de janeiro de 2005, que dispõe sobre a introdução do biodiesel na matriz energética brasileira, e dá outras providências.

O PRESIDENTE DA REPÚBLICA, no uso da atribuição que lhe confere o art. 84, inciso IV, da Constituição, e tendo em vista o disposto na Lei no 11.097, de 13 de janeiro de 2005,

D E C R E T A:

Art. 1º Fica autorizada a adição de dois por cento, em volume, de biodiesel ao óleo diesel de origem fóssil a ser comercializado com o consumidor final, em qualquer parte do território nacional.

Art. 2º A adição de biodiesel ao óleo diesel de origem fóssil poderá ser superior a dois por cento, em volume, quando o combustível resultante da mistura for destinado a teste ou uso em:

- I - Frotas veiculares cativas ou específicas;
- II - Transporte aquaviário ou ferroviário;
- III - geração de energia elétrica; e
- IV - Processo industrial específico.

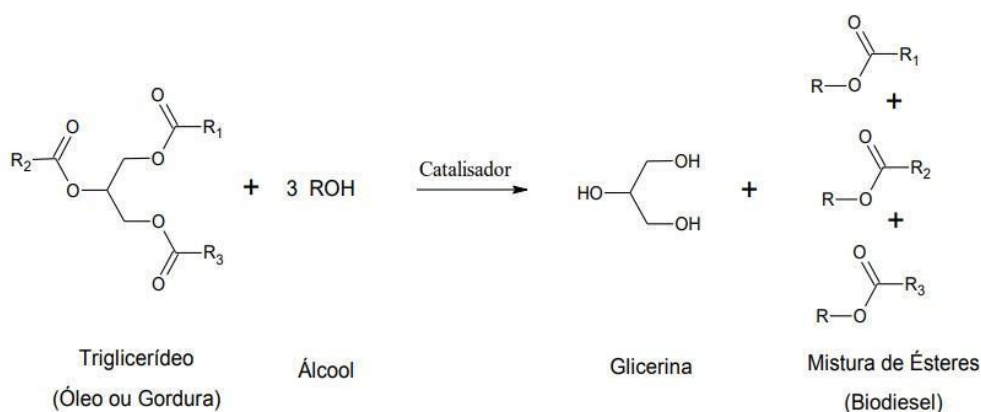
Atualmente o biodiesel é comercializado em uma porcentagem de 12% em volume, na mistura diesel/biodiesel em todo território nacional.

A aula experimental é extremamente necessária para o profissional de química, é nesse momento que podemos aliar a teoria vista em sala de aula e colocá-la em prática, o que já é comprovado que ajuda os indivíduos participantes a se distanciarem do pensamento tradicionalista da química como uma ciência abstrata e obstante do nosso cotidiano. E se podermos aliar esse momento de experimentação com a obtenção de um produto renovável e que utiliza reagentes que podem ser reaproveitados, retirando do meio ambiente um resíduo que seria indesejável, se, além do reagente, o produto da reação é associado ao tema ambiental e tecnológico, a aula tende a capturar a atenção do estudante e aumentar seu envolvimento com o experimento que será realizado.

Em razão da grande disponibilidade do óleo de fritura, já que é bastante utilizado em domicílios, restaurantes e redes de *fast-food*, essa matéria-prima apresenta grande potencial para ser mais explorada na utilização da obtenção do biodiesel, por isso optamos pela utilização dessa matéria-prima.

Diante do que foi colocado até aqui, essa atividade experimental pretende produzir biodiesel utilizando como matéria-prima o óleo residual oriundo da fritura de alimentos. A reação que ocorre para que possamos obter o biodiesel é a reação de transesterificação que pode ser visto na figura 1.

Figura 1. Reação de Transesterificação a partir de rota metílica, com catálise básica.



Fonte: Santos e Pinto (2009).

A partir da figura 1. podemos perceber que esse experimento requer poucos reagentes e é bem simples de ser feita.

Após obtenção do biodiesel serão feitos alguns testes na intenção de levantar maiores informações nas vantagens da utilização total do biodiesel frente ao diesel. São eles: o teste de chama e o de viscosidade.

1. OBJETIVO: Aprender na prática a reação de transesterificação para a obtenção de biodiesel a partir de óleo residual via catálise básica.

2. PARTE EXPERIMENTAL

2.1 MATERIAIS E REAGENTES

3 Béquer de 150 mL	Balança	Suporte Universal com garra
3 Erlenmeyer de 125 mL	Óleo de fritura	1 Proveta de 25 mL
1 Funil de decantação de 250 mL	Álcool Metílico	1 Barra magnética (peixinho)
1 Espátula	Hidróxido de sódio	1 Funil
Agitador Magnético	Fenolftaleína	Algodão
1 Pipeta Pasteur	Água destilada	1 Bastão de vidro

3. METODOLOGIA

O óleo residual precisa ser filtrado para retirar as partículas sólidas que possam estar presentes, acople no suporte universal o funil, colocando no fundo um pedaço pequeno de algodão, com auxílio de um bastão de vidro empurre o algodão até a extremidade do funil, coloque um béquer de 150 ml embaixo, adicione a quantidade de óleo necessária no funil para a filtração.

Para realizar a reação de transesterificação, utilizando um béquer de 125 mL, pese 100 g do óleo residual. Para preparar a mistura do meio reacional, coloque em uma proveta de 25 mL 30% de álcool metílico (CH_3OH), em um béquer de 150 mL pese a massa equivalente a 1% de hidróxido de potássio (KOH) da massa obtida do óleo, em um Erlenmeyer de 125 mL misture-os se e deixe sob agitação à temperatura ambiente até completa dissolução.

Após dissolver a base no álcool, misture a solução com o óleo que foi pesado. Essa nova mistura deverá ficar sob agitação, com rotação não muito rápida, durante um período de 1h à temperatura ambiente. A ocorrência da reação será monitorada através da mudança de cor da mistura reacional e o tempo estabelecido.

Depois de passada 1h de agitação, transfira a mistura para um funil de decantação de 250 mL para fazer a separação dos ésteres - biodiesel (fase superior) do glicerol (fase inferior). Aguarde um tempo para que a separação das fases possa ser visualizada, retire a glicerina com auxílio de um béquer, logo em seguida faça a purificação do biodiesel usando água destilada.

Coloque com cuidado a água dentro do funil para realizar as lavagens, que servirá para a retirada das impurezas básicas e glicerina. Utilize um Erlenmeyer para fazer o descarte da fase inferior em todas as lavagens, em cada lavagem coloque 1 gota do indicador fenolftaleína no que foi descartado, ele servirá para indicar se a mistura ainda contém resíduos do catalisador.

Quando a coloração rósea não estiver mais aparecendo nas águas de lavagens, é um sinal de que no meio não há mais impurezas básicas, indicando o fim da lavagem. Depois de retirar toda a fase inferior (glicerina + impurezas básicas), coloque a fase superior (biodiesel) em um béquer previamente pesado.

Após todas essas etapas, coloque o biodiesel obtido em uma estufa à 105°C por um período de aproximadamente 40 a 60 min para que toda a água e outras substâncias presente evapore (secagem dos ésteres). Feito isso, pese o béquer novamente para saber a massa do biodiesel que foi obtido. Depois calcule o rendimento obtido usando a seguinte fórmula:

Cálculo para o rendimento

$$R_m = 100.m_b/m_o$$

R_m = rendimento mássico, em %; m_b = massa de biodiesel formado, em g; m_o = massa de óleo residual, em g.

4. QUESTIONÁRIO

1. Você acabou de assistir a uma aula prática de obtenção de biodiesel através da transesterificação, a principal aplicação da transesterificação é para obtenção do biodiesel. Ele é um produto natural e com baixo teor poluente, representando uma alternativa para substituir o óleo diesel. Explique com suas palavras o que é uma reação de transesterificação?
2. A primeira reação a ocorrer na aula prática que você assistiu, é a mistura entre o catalisador hidróxido de sódio (NaOH) e o metanol (CH₃OH). Explique qual importância dessa etapa para a síntese do biodiesel, por que devemos iniciar a prática fazendo essa mistura?
3. A segunda reação que ocorre durante o processo de obtenção do biodiesel, é a mistura da solução hidróxido de sódio + metanol, com o óleo de fritura. Explique o que ocorre nessa etapa da reação.
4. A preparação de biodiesel em laboratório é um experimento bastante simples de ser realizado como você pode acompanhar, esta reação de transesterificação produz cerca de 15-22 mL de um “**resíduo**”, o qual é separado como fração mais densa em funil de decantação. De que resíduo o texto está falando? Qual a importância econômica desse subproduto do biodiesel?
5. A aula que você acabou de assistir produziu biocombustível o biodiesel utilizando o óleo de fritura, essa matéria-prima é tida como resíduo indesejável, muitas vezes sendo descartada de maneira incorreta. Sobre essa matéria-prima cite 4 vantagens da utilização dela para a produção de um combustível renovável.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Lei nº 11.097, de 13 de janeiro de 2005. Dispõe sobre a introdução do biodiesel na matriz energética brasileira; altera as Leis nº 9.478, de 6 de agosto de 1997, 9.487, de 26 de outubro de 1999 e 10.636, de 30 de dezembro de 2002; e de outras providências. **Diário Oficial da União**, 14 jan. 2005.

CUNHA, S.; RODRIGUES, C. M.; MATTOS, R. R.; TEIXEIRA, L. S. G.; SANTOS, A. O.; SANTOS, E. V.; SOUZA, R. S.; ANDRADE, G. S.; PAULA, R.; JESUS, D. S. Experimento com Abacate, Borra de café, Licuri e Leite de Coco para a extração de óleo, Produção de Biodiesel e Análise Espectral. **Química Nova**, Vol. 41, Número 6, p 691-698, 2018.

NETO, P. R. C.; 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 Fritura. **Química Nova**, 23(4), 2000.

RIATTO, V. B.; VICTOR, M. M.; CUNHA, S.; MAGALHÃES, A. C. R.; CRUZ, F. T.; CARRIÇO, C.S. **Craqueamento Térmico da Glicerina: Uma proposta de Experimento para Química Orgânica**. **Química Nova**, Vol. 38, Número 5, p 727-731, 2015.

SANTOS, A. P. B.; PINTO, A. C. Biodiesel: Uma alternativa de combustível limpo. In: **Química Nova na Escola**, vol. 31, nº1, 2009.