



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA**  
**DEPARTAMENTO DE QUÍMICA**

**PAULA EMELY DE SOUZA BRANDÃO**

**ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA E COMPARAÇÃO DE QUALIDADE DE ÓLEO  
DIESEL EM MUNICÍPIOS DO AGRESTE PARAIBANO.**

**CAMPINA GRANDE**  
**2018**

**PAULA EMELY DE SOUZA BRANDÃO**

**ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA E COMPARAÇÃO DE QUALIDADE DE ÓLEO  
DIESEL EM MUNICÍPIOS DO AGRESTE PARAIBANO.**

Trabalho de Conclusão de Curso de Licenciatura em Química da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito para à obtenção do título de Graduado em Química.

**Orientador:** Profa. Dra. Maria Claudia Brandão

**Coorientador:** Prof. Me. Gilberlandio Nunes da Silva

**CAMPINA GRANDE  
2018**

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

B817a Brandão, Paula Emely de Souza.  
Análise físico-química e comparação de qualidade de óleo diesel em três municípios do Agreste Paraibano [manuscrito] / Paula Emely de Souza Brandão. - 2018.  
38 p. : il. colorido.  
Digitado.  
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Química) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologia, 2018.  
"Orientação : Profa. Dra. Maria Claudia Rodrigues Brandão, IFPB - Instituto Federal da Paraíba."  
"Coorientação: Prof. Me. Gilberlandio Nunes da Silva, Coordenação do Curso de Licenciatura em Química - CCT."  
1. Combustível. 2. Óleo diesel. 3. Qualidade de combustível. 4. Adulteração de combustível. I. Título  
21. ed. CDD 662.6

PAULA EMELY DE SOUZA BRANDÃO

ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA E COMPARAÇÃO DE QUALIDADE DE ÓLEO DIESEL  
EM MUNICÍPIOS DO AGRESTE PARAIBANO.

Trabalho de Conclusão de Curso de  
Licenciatura em Química da Universidade  
Estadual da Paraíba, como requisito parcial à  
obtenção do título de Graduado em Química.

Aprovada em: 28/11/2018.

**BANCA EXAMINADORA**

Maria Claudia R. Brandão

Profa. Dra. Maria Claudia Rodrigues Brandão (Orientadora)  
Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia da Paraíba (IFPB)

Gilberlândio Nunes da Silva

Prof. Me. Gilberlândio Nunes da Silva (Coorientador)  
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

Maria Roberta de Oliveira Pinto

Profa. Dra. Maria Roberta de Oliveira Pinto  
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

Juracy Regis de Lucena Junior

Prof. Dr. Juracy Regis de Lucena Junior.  
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

Dedico este trabalho ao senhor meu Deus, aos meus pais, familiares e amigos, pela dedicação, apoio, incentivo, companheirismo e amizade.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pelo dom da vida, por sua infinita graça e misericórdia sobre mim, por ter me dado força, sabedoria e a oportunidade de estar concluindo esta graduação, por ser meu escudo e socorro bem presente, e por todos os motivos que me dá, a cada dia, de lhe agradecer.

Aos meus pais Paulo Cesar Brandão Cruz e Elizabete de Souza Brandão, e a minha irmã Anna Erly de Souza Brandão, que sempre me apoiaram em minhas decisões.

Aos meus familiares em especial aos meus avós Maria Zélia Brandão Cruz, Francisco Alves da Cruz, Ana Rita Martins Fernandes de Souza e a Cicero Fernandes de Souza, e as minhas tias Maria Claudia Brandão, Maria Gisélia Brandão, Evelyllen Rita Fernandes e Ellen Cristina Fernandes.

A esta instituição pelo acolhimento e por proporcionar uma boa formação.

À coordenação do curso de graduação, por seu empenho.

Aos professores Maria Claudia Brandão e Gilberlândio Nunes pelas leituras e ideias sugeridas ao longo dessa orientação, paciência e pela dedicação para comigo.

Aos professores do Curso de química da UEPB, que contribuíram na formação do meu conhecimento, durante cinco anos, sendo exemplos de verdadeiros guerreiros diante da situação educacional do nosso país, em destaque aos professores que serão exemplos em minha carreira enquanto professora e que marcaram minha trajetória acadêmica por serem especiais, Eduardo Guerra, Francisco de Sá, Germano Veras, Juracy Regis, Kaline Rosário, Maria Roberta, Paula Castro, Sara Regina, Thiago Pereira, Vanusia França e Ligia Sampaio (supervisora PIBID)

Aos amigos da classe 2013.1 e aos que apareceram depois pelos momentos de amizade e apoio, em especial Aline Andrade, Andrey, Daniela, Débora Coelho, Edno, Emanuela Coutinho, Filipe Bacalhau, Jeronimo, José Roberto, Josivan Souza, Kleber, Laura Ferreira, Lidiane Gomes, Maiane Cabral, Marcia Renata, Patrícia e Rénally que tem valor impar nesta trajetória.

Aos meus amigos de todos os momentos, por acreditarem em mim, por serem presentes mesmo distante fisicamente, por se alegrarem com as minhas conquistas, e entristecerem com minhas derrotas, Adelma Alexandre, Alluska Aglles, Anderson Evangelista, Andrea, Carlos Eduardo, Diogenes, Emanuel Tadeu, Fabrícia Andrade, Hemerson Gomes, Júlia Quaresma, Márcio, Madson Grillo, Maria Veralúcia, Sebastiana Maria e Thaylhane,

A todos aqueles que por motivo de esquecimento não foram citados, mas que colaboraram em minha formação e contribuíram para o que eu sou hoje.

“Tudo tem o seu tempo determinado e há tempo para todo propósito debaixo do céu: há tempo de nascer e tempo de morrer; tempo de chorar e tempo de rir; tempo de abraçar e tempo de afastar-se; tempo de amar e tempo de aborrecer; tempo de guerra e tempo de paz...”

(Bíblia Sagrada- Eclesiastes)

# **ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA E COMPARAÇÃO DE QUALIDADE DE ÓLEO DIESEL EM TRÊS MUNICÍPIOS DO AGRESTE PARAIBANO.**

Paula Emely de Souza Brandão\*

## **RESUMO**

Os combustíveis fósseis, como a gasolina, e o óleo diesel, dominam a matriz energética mundial. No Brasil o óleo diesel tem uma proeminência, assumindo o papel de combustível mais consumido, sendo comercializado na forma de diesel S-10 e diesel S-500. Contudo, o óleo diesel revendido nem sempre é um combustível de qualidade, devido a ocorrência de processos de adulteração, estes processos alteram composição e características do combustível, provocando alguns efeitos negativos como danos ao motor do automóvel bem como o aumento de poluentes na natureza. Diante disto, o objetivo deste trabalho foi analisar parâmetros físico-químicos em diesel, presentes à venda nos postos de combustíveis de três cidades do agreste paraibano baseando-se na legislação da ANP, para inferir sobre a qualidade dos óleos diesel analisados, identificando se os mesmos possuem qualidade para serem revendidos e consumidos. Os parâmetros verificados foram aspecto, cor, densidade, índice de acidez e teor de biodiesel, que são determinantes para o conhecimento da qualidade do combustível e preâmbulos para prováveis adulterações. A partir das análises destes parâmetros e comparações de resultados realizados, foi possível identificar se os combustíveis apresentavam alguma irregularidade e se apresentavam qualidade significativa. Dentre as catorze amostras, apenas uma encontra-se fora dos parâmetros exigidos pela ANP mostrando irregularidade no teor de biodiesel.

**Palavras chave:** Combustível. Óleo diesel. Parâmetros físico-químicos.



## ABSTRACT

Fossil fuels, such as gasoline and diesel, dominate the world's energy matrix. In Brazil diesel oil has a prominence, assuming the role of most consumed fuel, being marketed in the form of S10 diesel and S500 diesel. However, resold diesel is not always a quality fuel, due to the occurrence of adulteration processes, these processes alter the composition and characteristics of the fuel, causing some negative effects such as damage to the car engine as well as the increase of pollutants in nature. Therefore, the objective of this work was to analyze diesel-physicochemical parameters, present for sale at the fuel stations of three cities of the Paraíba agreste, based on ANP legislation, to infer about the quality of the analyzed diesel oils, identifying if the quality to be resold and consumed. The parameters verified were aspect and color, density, acidity index and biodiesel content, which are determinants for the knowledge of the fuel quality and preambles for probable adulterations. From the analysis of these parameters and comparisons of results, it was possible to identify if the fuels presented some irregularity and presented significant quality.

**Keywords:** Fuel. Diesel oil. Physico-chemical parameters.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>Figura 1:</b> Análise de aspecto e cor em amostras de diesel S500. ....	29
<b>Figura 2:</b> Esquema para análise de temperatura. ....	30

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Descrição das atividades trabalhadas no decorrer da pesquisa.....	23
Tabela 2-	Resultados do aspecto de cor do óleo diesel coletado.....	28
Tabela 3-	Resultados da Densidade e temperatura da amostra.....	30
Tabela 4-	Valor padrão de densidade do óleo diesel a determinada temperatura.....	31
Tabela 5-	Resultados do teor de biodiesel (%) e do índice de acidez.....	32

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1	Distribuição das Irregularidades das Amostras de Diesel Coletadas em 2016 (ANP,2017).....	20
-----------	---	----

## **LISTA DE SIGLAS**

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas.

ANP – Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis.

ASTM – American Society for Testing and Materials

CAP1 – Cidade A Posto 1.

CAP2 – Cidade A Posto 2.

CAP3 – Cidade A Posto 3.

CBP1 – Cidade B Posto 1.

CBP2 – Cidade B Posto 2.

CCP1 – Cidade C Posto 1.

CCP2 – Cidade C Posto 2

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente.

CNPE – Conselho Nacional de Política Energética.

D1 – Amostra de diesel S-500.

D2 – Amostra de diesel S-10.

GLP – Gás Liquefeito de Petróleo.

PMQC – Programa de Monitoramento da Qualidade dos Combustíveis.

PROCONVE – Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores.

QAV – Querosene de aviação.

SI – Sistema internacional

VP – Valor Permitido.

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b>	13
<b>2. OBJETIVO</b>	15
2.1 Objetivo geral	15
2.2 Objetivos específicos	15
<b>3. REFERENCIAL TEÓRICO</b>	16
3.1 Óleo diesel	16
3.2 Parâmetros físico-químicos	18
3.2.1 Cor	18
3.2.2 Densidade	18
3.2.3 Índice de Acidez	19
3.2.4 Teor de Biodiesel	19
3.3 Irregularidades no óleo diesel	20
3.4 Efeitos da adulteração	20
<b>4. METODOLOGIA</b>	22
4.1 Natureza da pesquisa	22
4.2 O sujeito da pesquisa	22
4.3 Universo da proposta	22
4.3.1 Espaço da análise de dados	23
4.4 Descrição das atividades realizadas na proposta da pesquisa	23
4.4.1 Análise do aspecto de cor	24
4.4.2 Verificação da temperatura	24
4.4.3 Análise da densidade	24
4.4.4 Análise do índice de acidez	25
4.4.5 Teor de biodiesel	26
<b>5. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>	28
5.1 Resultado do aspecto de cor	28
5.2 Resultado da densidade e temperatura	30
5.3 Resultado do índice de acidez e do teor do biodiesel nas amostras	32
<b>6. CONCLUSÃO</b>	35
<b>7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	36

## 1 INTRODUÇÃO

Os combustíveis fósseis são formados a partir da decomposição de matéria orgânica, dentre estes, se destacam o petróleo e seus derivados. O petróleo é composto majoritariamente por moléculas de carbono e hidrogênio, outros elementos químicos como enxofre, nitrogênio e oxigênio estão presentes em menor quantidade. Os seus derivados são obtidos através de processos de refino, que constitui a separação via processos físico-químicos, em fração de derivados, como a gasolina, diesel, óleo combustível, GLP, QAV, querosene, coque de petróleo, óleos residuais, compreendendo cerca de 90% dos produtos de refino no mundo (SZKLO, 2008).

O petróleo e seus derivados dominam a demanda energética mundial e pelo fato de atenderem a um amplo mercado energético que requer altos gastos, vem sendo alvo de vários estudos. No Brasil os combustíveis comercializados são o álcool etílico, a gasolina automotiva e de aviação, o querosene de aviação e por fim o óleo diesel automotivo e o marítimo, sendo o óleo diesel o combustível mais consumido no país, a gasolina logo em seguida, e o etanol, que é um combustível de origem renovável, encontra-se em terceiro lugar nessa escala (ANP, 2018).

O óleo diesel é utilizado em automóveis com motores de combustão interna por compressão (motor ciclo diesel). Ele se destaca dentre os demais combustíveis por conferir alta eficiência, flexibilidade e durabilidade (FERREIRA; SANTOS; SOUZA, 2008). Os óleos diesel automotivos comercializados no Brasil são classificados como diesel S-10 e diesel S-500. Estes se diferem pelo teor de enxofre que contém. O diesel S10 apresenta máximo teor de enxofre de 10 mg/kg enquanto o diesel S-500 apresenta máximo teor de enxofre de 500 mg/kg (PETROBRAS, 2017). A partir de 2008 a adição do combustível alternativo biodiesel no óleo diesel passou a ser obrigatória (MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA, 2017). A utilização do biodiesel contribui para a diminuição de impactos causados pelo o óleo diesel. Atualmente o percentual de biodiesel permitido no óleo diesel é de 8% do volume (PETROBRAS, 2017).

A ANP divulgou dados referentes ao consumo de combustíveis no ano de 2016. O óleo diesel representou 45% da matriz veicular nacional apresentando como maior consumidor o setor varejista, que consumiu cerca de 59,1% de todo o óleo diesel produzido (ANP, 2018). Atrelado ao fato da grande demanda por esse combustível, a utilização de adulterantes surge para baratear o mesmo e aumentar o número de vendas consequentemente. Esses adulterantes presentes no óleo diesel afetam negativamente a qualidade do combustível,

podendo gerar maiores danos ao meio ambiente como também ao consumidor final, danificando os motores dos automóveis que utilizá-lo.

A qualidade dos combustíveis nacionais é determinada por um conjunto de características físico-químicas previstas nas Normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) e em normas da *American Society for Testing and Materials* (ASTM)., onde parâmetros como densidade, cor, índice de acidez, entre outros, são averiguados e através dos resultados obtidos é possível perceber se existe ou não a presença de adulterantes, ou, valores em acordo com a especificações estabelecidas pela ANP, conforme a lei nº.9.478/1997.

A ANP dispõe de toda legislação responsável por controlar a qualidade dos combustíveis, entre algumas das diretrizes da Política da Qualidade de Produtos tem-se: proteger os interesses da sociedade, tendo em mente a qualidade de vida e as questões ambientais na especificação da qualidade dos produtos; preservar os interesses nacionais, definindo a qualidade dos derivados de petróleo, do gás natural e do etanol em conformidade com a realidade brasileira, conferir credibilidade à qualidade dos produtos consumidos no País (BRASIL, 2011).

Apesar da norma que regula a qualidade dos combustíveis brasileiros estar bem fundamentada e explícita pela legislação, nem sempre a fiscalização é assídua nos locais de revenda. Com isso os casos de adulterações e irregularidades tendem a aumentar. Faz se importante a fiscalização e análise desses combustíveis em todos os locais de revenda, para conhecer e garantir a qualidade dos combustíveis utilizados pelos cidadãos.



## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo geral**

Analisar a qualidade do óleo diesel comercializados em três municípios do Agreste paraibano, quanto aos parâmetros físico-químicos estabelecidos pela legislação vigente

### **2.2 Objetivos específicos**

- Analisar a qualidade dos combustíveis segundo a legislação da ANP;
- Comparar a qualidade dos combustíveis analisados;
- Identificar ou não a presença de adulterantes e irregularidades;
- Expor os efeitos que a adulteração pode causar.

### 3 REFERENCIAL TEORICO

#### 3.1 Óleo diesel

O óleo diesel é um derivado de petróleo, de faixa de destilação comumente entre 220-380°C (FERREIRA; SANTOS; SOUZA, 2008). Este derivado é utilizado em motores automotivos de combustão interna por compressão. Devido à sua alta eficiência, durabilidade e flexibilidade, há uma tendência mundial de utilização crescente destes motores na indústria automobilística, o que reflete num aumento da demanda por diesel em relação aos demais derivados de petróleo. A máquina a diesel é a que alcança os maiores rendimentos (cerca de 45%) comparada com as demais de combustão interna (MASSAGARDI, 2004).

A composição química do óleo diesel é formada por n-parafinas, parafinas ramificadas, cicloalcanos, aromáticos mono e polinucleados, alguns aditivos também são adicionados a essa mistura. O uso desse óleo é responsável por emitir alguns poluentes, dentre estes se destaca o dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>). Devido a esse fato a regulamentação dos parâmetros do óleo diesel preza pela diminuição do teor de enxofre presente no mesmo. As alterações feitas em relação ao teor de enxofre no óleo diesel corresponde às exigências da fase L6 do PROCONVE, cuja descrição se encontra no capítulo III da Resolução nº. 415/2009 do CONAMA (BRASIL, 2011).

O Diesel S-10, que contém o equivalente a um teor máximo de enxofre de 10 miligramas para cada 1.000.000 de miligramas do produto (10 partes por milhão), é adequado para as novas tecnologias de controle de emissões dos novos motores a diesel fabricados a partir de 2012 (PETROBRAS, 2017). Ele possibilita a redução das emissões de material particulado em até 80% e de óxidos de nitrogênio em até 98% (PETROBRAS, 2017). E o óleo diesel automotivo S-500 é assim chamado por conter 500 mg/kg ou ppm (partes por milhão) de teor máximo de enxofre, sendo conhecido nos postos de serviço como diesel comum e são adequados a imensa frota de veículos a diesel fabricados antes de 1º de janeiro de 2012 (PETROBRAS, 2017). Ao longo dos anos a consciência sobre a melhora na qualidade do óleo diesel em relação aos impactos ambientais que este pode causar vem crescendo, e mudanças são implantadas na composição e utilização do combustível.

Em janeiro de 2008, para todo território nacional, entrou em vigor a mistura legalmente obrigatória de 2% de biodiesel no óleo diesel (B2). Com o perceptível amadurecimento do mercado brasileiro, esse percentual foi ampliado pelo CNPE sucessivamente até atingir 5% (B5) em janeiro de 2010, antecipando em três anos a meta

estabelecida pela Lei nº 11.097, de 13 de janeiro de 2005 (MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA, 2017). Atualmente o percentual encontra-se em 10%, como previsto no Decreto nº 9.308, de 15 de março de 2018, esse valor deverá aumentar ao longo dos anos (MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA, 2018).

O Programa de Monitoramento da Qualidade dos Combustíveis (PMQC) é um programa instituído pela ANP regido pela Resolução ANP nº 8/2011, que está disposto a atender as exigências descritas no artigo 8º da Lei 9.478/1997. Essa lei dispõe da qualidade e suprimento dos combustíveis nacionais. Esse programa reconhece e reafirma a necessidade de fiscalização dos combustíveis, sendo necessária para garantir a conformidade com as exigências estabelecidas e qualidade dos combustíveis nacionais.

Para atender as exigências necessárias e ser um combustível de qualidade o óleo diesel deve apresentar características em função da sua utilização como (OLIVEIRA MEDEIROS, 2004):

- Apresentar ótima qualidade de ignição, de maneira a que a combustão se inicie o mais rápido possível, após a injeção;
- Proporcionar queima limpa e completa, produzindo o mínimo de resíduos, depósitos e cinzas;
- Ser não corrosivo e não produzir através da combustão gases tóxicos e corrosivos;
- Ser facilmente atomizável de forma a se ter ótima mistura com o ar;
- Escoar perfeitamente em baixas temperaturas;
- Não conter água e sedimentos, os quais ocasionariam a interrupção do fluxo de combustível para os cilindros;
- Proporcionar segurança e facilidade de manuseio estocagem.

### **3.2 Parâmetros físico-químicos**

Estando estabelecidos pela legislação os valores e as exigências necessárias para a qualidade dos combustíveis, a prática das análises físico-químicas surgem com grande importância para averiguar os combustíveis e então comparar os resultados obtidos em análise com os resultados dispostos na legislação. Os parâmetros físico-químicos irão contribuir no processo de identificação de irregularidades ou presença de adulterantes.

### 3.2.1 Cor

O teste para avaliar a cor e o aspecto do diesel está disposto pela ANP na Cartilha do Posto Revendedor de Combustíveis. Esse teste consiste em observar a coloração do líquido e a possível presença de impurezas.

Na Resolução ANP n°. 65/2011 (BRASIL, 2011) está exposto qual o padrão de cor que a amostra de diesel deve apresentar. O diesel S10 apresenta conformidade em relação a cor quando este é incolor amarelado, podendo apresentar ligeiramente tom marrom ou alaranjado (devido ao biodiesel presente), já o diesel S500 deve ser de cor vermelha. Em relação ao aspecto desses combustíveis a legislação expressa que os mesmos devem ser límpidos e isentos de impurezas.

### 3.2.2 Densidade

Densidade ou massa específica é definida como a relação entre a massa e o volume de um material, geralmente expressa em grama por centímetro cúbico ( $\text{g/cm}^3$ ), mas, no SI (sistema internacional), é expressa em quilograma por metro cúbico ( $\text{kg/m}^3$ ). A densidade evidencia o quanto de material está contido por uma unidade de volume, auxiliando na caracterização das substâncias. É inversamente proporcional ao volume sendo assim, quanto maior a densidade menor será o volume ocupado, para uma mesma massa da substância (COSTA, 2015). O óleo diesel é mais denso que a gasolina em cerca de 12% e quanto mais denso o óleo mais energia ele contém, pois a densidade do óleo diesel irá apresentar uma indicação da energia específica, que é a energia por unidade de massa, além, de contribuir para o conhecimento da qualidade de ignição, ou seja, do atraso entre o processo de injeção e de combustão no motor (DIESEL – FUEL, 2018).

Como a bomba injetora alimenta o motor com volumes constantes para cada condição de operação, variando a densidade, varia também a massa de combustível injetada. Variações muito altas causam um enriquecimento da mistura ar/combustível, provocando o aumento das emissões de particulados, monóxido de carbono (CO), hidrocarbonetos. Por outro lado, variações muito baixas resultam perda de potência e problemas de dirigibilidade. Portanto, é importante controlar a especificação da faixa de densidade do diesel para não causar variações no funcionamento dos motores (PETROBRAS, 2018). A densidade é uma propriedade que apresenta variação com a temperatura, essa variação ocorre nos seguintes termos: quanto maior a temperatura, menor será a densidade em fluidos (ÇENGEL; GHAJAR, 2015). Por

isso é necessário conhecer o valor da temperatura do óleo que será analisado, para que se possa observar os valores máximos e mínimos de densidade permitidos pela legislação a uma determinada temperatura em °C.

### 3.2.3 Índice de Acidez

O índice de acidez é a medida quantitativa de hidróxido de potássio (KOH) necessária para neutralizar os ácidos livres em um grama de óleo, por esse motivo é geralmente expresso em mgKOH/g (COSTA, 2015). Segundo Ribeiro e Seravalli (2007), o índice de acidez é alterado por alguns fatores, como: qualidade, conservação e manuseio da matéria prima, processamento e pureza do óleo. Geralmente os métodos tituláveis utilizados para avaliar o índice de acidez, resumem-se em titular a amostra com soluções álcali-padrão ou soluções aquosas/alcoólicas.

O índice de acidez alto tem um efeito bastante negativo no que se diz respeito a qualidade do óleo por que prejudica a reação via catalise básica exigindo maiores quantidades de catalisador, a elevada acidez livre no combustível tem ação negativa sobre os componentes metálicos do motor aumentando a taxa de corrosão dos mesmos (OLIVEIRA et al., 2012). Esse parâmetro também é importante para determinação do teor de biodiesel, para realizar os cálculos e verificar o teor de biodiesel presente no óleo diesel é importante reconhecer o índice de acidez do óleo.

### 3.2.4 Teor de Biodiesel

O biodiesel está sendo adicionado, na proporção de 8%, aos tipos de diesel (comum ou aditivado) e não necessitam de qualquer adaptação para receber a mistura (PETROBRAS, 2017). O parâmetro teor de biodiesel se diz respeito a quantidade de biodiesel presente no óleo diesel, essa quantidade foi adicionada por fins ecológicos. Os combustíveis gerados a partir de óleo vegetal não potencializam o efeito estufa e, além disso, reduzem emissões gasosas de hidrocarbonetos, monóxido de carbono, material particulado, não apresentam compostos nitrogenados e sulfurados, não são tóxicos e são biodegradáveis (PETERSON et al., 2002). É importante conhecer o teor de biodiesel, pois este apresenta um fato importante em relação a qualidade ecológica do óleo diesel.

### 3.3 Irregularidades no óleo diesel

De acordo com a ANP (2017) a irregularidade mais encontrada no óleo diesel diz respeito ao teor de biodiesel. Outras irregularidades também foram identificadas nas análises em menores porcentagens, conforme mostra o gráfico a seguir:

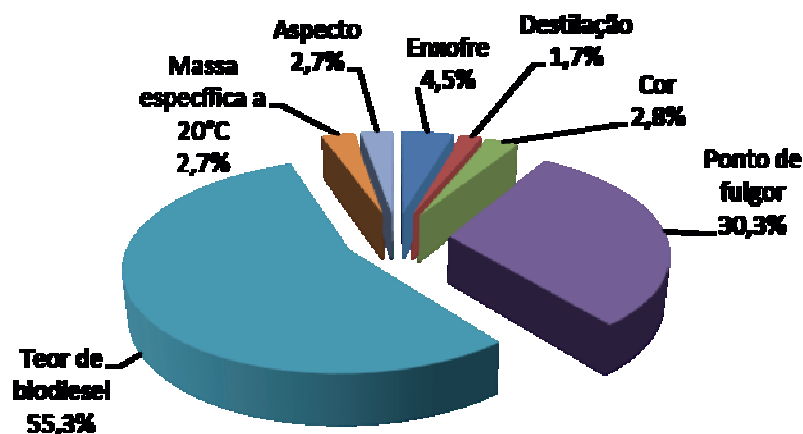


Gráfico : Distribuição das Irregularidades das Amostras de Diesel Coletadas em 2016 (ANP,2017).

Em uma entrevista Especial para A Gazeta no ano de 2006, ano este que teve um aumento no índice de irregularidades, a superintendente de qualidade da ANP no Rio de Janeiro, Maria Antonieta orientou que para evitar o aumento nos índices de irregularidade os revendedores devem atender às especificações da ANP e complementou dizendo que as pesquisas mensais servem para nortear a fiscalização por parte da agência (GAZETA DIGITAL, 2018). A fiscalização e a análise frequente são de suma importância para o controle da qualidade dos combustíveis e também para evitar o aumento de irregularidades.

### 3.4 Efeitos da adulteração

A adulteração de combustíveis é o artifício desonesto usado por alguns postos e distribuidores para baratear o preço do combustível e dificilmente pode ser identificada pelo consumidor, exigindo normalmente testes laboratoriais (PETROBRAS, 2017). Essa adulteração consiste em adicionar produtos que modifiquem as características originais dos combustíveis, afetando a qualidade do produto.

Segundo o BLOG OPERATION (2014), os principais tipos de adulteração e produtos adicionados ao diesel são:

- Adição de óleo de soja degomado;
- Adição de óleos mais pesados (residuais), (ex. óleo queimado);
- Adição de querosene;
- Óleo residual de fritura;
- Óleos vegetais;
- Solventes derivados de nafta;
- Diesel marítimo com pó colorau;
- Água com corante vermelho;
- Água (problemas drenagem tanques dos postos);
- Álcool.

O processo de adulteração do óleo diesel acarreta em alguns efeitos negativos como: corrosão de peças do motor, que leva a perda no rendimento; mau funcionamento das bombas; entupimento dos filtros e bicos injetores; aumento de consumo; aumento de emissões poluentes; contaminação do óleo; etc. Quando percebidos esses efeitos, pode ser tarde demais e os danos causados podem não ser reparados, por isso, são importantes a análise físico-química e o conhecimento do óleo diesel, para evitar casos de adulterações e perdas maiores.

## **4 METODOLOGIA**

### **4.1 Natureza da pesquisa**

O presente estudo apresenta características de uma pesquisa descritiva que, de acordo com Gil (2008), descreve as características de determinadas populações ou fenômenos. Uma de suas peculiaridades está na utilização de técnicas padronizadas de coleta de dados, tais como a observação sistemática. Trata-se de uma pesquisa de natureza qualitativa, que segundo Oliveira (2002), este tipo de pesquisa possui a facilidade de poder descrever a complexidade de uma determinada hipótese ou problema, busca analisar a interação de algumas variáveis, além de compreender e classificar processos dinâmicos experimentais por grupos sociais, buscando apresentar contribuições no processo de mudanças, criação ou formação de opiniões de um determinado grupo e permitir interpretar particularidades nos comportamentos ou atitudes dos indivíduos.

### **4.2 O sujeito da pesquisa**

O sujeito da pesquisa é o óleo diesel, em que amostras foram recolhidas diretamente da bomba dos postos revendedores, sendo posteriormente bem tampadas e logo etiquetadas para identificação correta de cada uma. Essas amostras foram etiquetadas de acordo com o tipo. O tipo D1 para indicar o diesel S-500 e o tipo D2 para indicar o diesel S-10, as etiquetas além de conter o tipo de amostra, continha também a sigla da cidade na qual a amostra foi recolhida.

### **4.3 Universo da proposta**

A amostragem foi recolhida em três cidades do Agreste Paraibano, no total foi recolhido um número de catorze recipientes de 250mL cada, com amostras de óleo diesel. Sendo seis amostras do município de Esperança, recolhidas em diferentes postos revendedores, quatro amostras recolhidas no município de Lagoa Seca, também provenientes de diferentes postos revendedores e por fim quatro amostras recolhidas em postos revendedores do município de São Sebastião de Lagoa de Roça.



#### 4.3.1 Espaço da análise de dados

As análises foram realizadas no laboratório de físico-química do Instituto Federal de Educação Ciência e tecnologia da Paraíba – IFPB, localizada na cidade de Campina Grande, a mesma foi realizada no ano de 2017 a 2018.

A instituição contempla alunos do ensino técnico integrado ao médio, o espaço físico da escola comporta salas de aula amplas, sala para professores, biblioteca, coordenação, secretaria, direção, cozinha, dispensa, banheiro feminino e masculino, almoxarifado, gráfica, gabinete médico, sala de computação, laboratórios de informática, de física, de matemática, de biologia, de petróleo e gás, mineração, e de materiais de construção, possui também um ginásio poliesportivo, um campo de futebol e campo de vôlei de areia.

#### 4.4 Descrição das atividades realizadas na proposta da pesquisa

A proposta elaborada teve o propósito de analisar os parâmetros físico-químicos dos óleos diesel das três diferentes cidades escolhidas do agreste paraibano.

A pesquisa foi dividida em etapas, delimitando as atividades a serem trabalhadas e os objetivos. A tabela 1 sistematiza as etapas de execução da proposta.

**TABELA 1: Descrição das atividades trabalhadas no decorrer da pesquisa.**

<b>ETAPAS</b>	<b>ATIVIDADES</b>	<b>OBJETIVOS</b>
<b>1° Coleta</b>	Coleta de amostras de óleo diesel em três cidades da Mesorregião do Agreste paraibano;	Comparar a qualidade dos óleos diesel;
<b>2° Analise do aspecto e cor</b>	Observação a olho nu dos recipientes contendo óleo diesel coletado;	Analisar a qualidade dos combustíveis segundo a legislação da ANP;
<b>3° Verificação de temperatura</b>	Observação do termômetro em contato com o óleo diesel;	Analisar a qualidade dos combustíveis segundo a legislação da ANP;

<b>4° <i>Análise de densidade</i></b>	Método do Picnômetro	Analisar a qualidade dos combustíveis segundo a legislação da ANP;
<b>5° <i>Índice de acidez</i></b>	titulação	Analisar a qualidade dos combustíveis segundo a legislação da ANP;
<b>6° <i>Teor de biodiesel</i></b>	Extração por refluxo	Analisar a qualidade dos combustíveis segundo a legislação da ANP;

#### 4.4.1 Análise de Aspecto e Cor

Para realizar a análise desse parâmetro os combustíveis foram apenas observados em recipientes de vidro transparente, notando se a cor do combustível estava de acordo com a exigência da ANP e se o mesmo apresentava alguma impureza ou aspecto turvo.

#### 4.4.2 Verificação da Temperatura

Na verificação da temperatura foram utilizados:

- Béquer;
- Termômetro;
- Suporte Universal;

O procedimento consiste em colocar o óleo diesel ou água no béquer, regular o termômetro de modo a mergulhá-lo no óleo ou na água, esperar alguns minutos e então constatar a temperatura.

#### 4.4.3 Análise da Densidade

Para realizar esse procedimento foram utilizados:

- Picnômetro;
- Balança analítica;

- Béquer;
- Água;
- Papel.

Para a análise da densidade do diesel, primeiramente foi efetuado o procedimento com água, para conhecimento do volume do picnômetro. A equação utilizada nessa etapa foi:

$$D = \frac{m}{V}$$

Onde:

D = densidade;

m = massa encontrada,  $m_{\text{cheio}} - m_{\text{vazio}}$ ;

V = volume.

O primeiro passo foi realizar a pesagem do picnômetro vazio, tendo o cuidado de pegá-lo com papel para evitar possíveis interferências na hora da pesagem. Após pesar o picnômetro vazio, enchemo-lo com água e realizamos a pesagem do picnômetro com água. Obtidos os valores de temperatura da água, da média das pesagens, verificamos em tabelas o valor da densidade da água na temperatura determinada e substituímos na fórmula para encontrar o volume do picnômetro. Encontrado o valor do picnômetro, seguimos então para a análise da densidade das amostras de diesel, onde foi realizada a pesagem em triplicata do picnômetro cheio com óleo diesel, e todos os valores encontrados foram substituídos na fórmula para obtenção da densidade das amostras.

#### 4.4.4 Análise do Índice de Acidez

O índice de acidez foi determinado através da titulação com uma solução alcoólica.

A vidraria e o instrumental utilizados nessa análise foram:

- Béquer;
- Bureta de 100 mL;
- Erlenmeyer de 250 mL;
- Suporte universal;
- Pipeta graduada de 1 mL;
- Proveta de 50 mL;
- Conta-gotas.

A amostra para titulação foi preparada com 10 g de óleo diesel; 50 mL de tolueno; 49,5 mL de álcool isopropílico; 0,5 mL de água destilada; 2 gotas de indicador fenolftaleína. E o titulante utilizado foi 100 mL de solução, preparada com 0,561 de KOH diluído em álcool isopropílico.

O procedimento foi realizado quando a solução titulante foi colocada na bureta, a amostra preparada conforme descrito anteriormente, é colocada no Erlenmeyer. Então a titulação foi realizada até surgir a cor rósea na amostra, persistindo essa cor por mais de 15 segundos, foi considerado o fim da titulação. E o valor em ml de KOH gasto foi determinado.

#### 4.4.5 Teor de Biodiesel

O procedimento utilizado para obter o teor de biodiesel consistiu em um sistema de extração por refluxo. Nesse sistema utilizou-se um suporte universal com um condensador, um recipiente com água e uma bomba de aquário, um aquecedor, um béquer com óleo de cozinha e um balão volumétrico contendo a amostra e alguns pedaços de azulejo. O béquer contendo o óleo de cozinha foi colocado sobre o aquecedor e o balão foi conectado ao condensador e colocado dentro do béquer.

A amostra contida no balão foi preparada da seguinte forma:

- Pesou-se 4 g de óleo diesel;
- Acrescentando 50 mL de KOH (solução etanólica – 0,5 mol/L).

A amostra preparada foi colocada dentro do balão volumétrico, este foi conectado ao sistema descrito anteriormente, a amostra ficou em refluxo por 30 minutos. Após esfriar a amostra seguiu para a etapa de titulação.

Na titulação os instrumentos utilizados foram um erlenmeyer de 250ml, uma bureta de 100ml e um conta-gotas. A amostra que estava no balão volumétrico foi transferida para o erlenmeyer e adicionou-se 2 gotas de indicador fenolftaleína, para então titular a amostra com HCL – 0,5 mol/L contido na bureta. Todos os valores obtidos no procedimento foram anotados para determinar o teor de biodiesel a partir da seguinte equação:

$$\text{Teor de Biodiesel (\%V/v)} = \frac{[(V_b - V_a) \cdot M \cdot 56,1 / m_a] - IA}{F \cdot 10} \cdot PM$$

Onde:

Vb = Volume de HCL gasto na prova em branco (mL);

Va = Volume de HCL gasto na amostra (mL);

M = Concentração de HCL em mol/L --- 0,5;

ma = Massa da amostra --- g;

IA = Índice de Acidez ---mKOH/g;

PM = Peso Molecular do éster --- 883;

F = 56,1 --- para mono ésteres.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas tabelas a seguir estão descritos os valores encontrados nas análises físico-químicas deste trabalho. Cada resultado é comparado com os valores dispostos pela legislação a fim de comparar valores e verificar se os resultados obtidos acordam com os valores padrões. Para descrever as amostras foram utilizadas algumas siglas como CAP (Cidade A posto), CBP (Cidade B posto) e CCP (Cidade C posto), estas foram adotadas em detrimento do IFPB não ser um órgão regulador, inviabilizando, portanto, quaisquer divulgações dos postos revendedores amostrados.

### 5.1 Análise do aspecto de cor

**Tabela 2: Resultados do aspecto de cor do óleo diesel coletado**

<i>Amostras</i>	<i>Cor</i>	<i>Aspecto</i>
CAP1 – D1	Vermelho	Límpido e isento de impurezas
CAP1 – D2	Amarelo	Límpido e isento de impurezas
CAP2 – D1	Vermelho	Límpido e isento de impurezas
CAP2 – D2	Amarelo	Límpido e isento de impurezas
CAP3 – D1	Vermelho	Límpido e isento de impurezas
CAP3 – D2	Amarelo	Límpido e isento de impurezas
CBP1 – D1	Vermelho	Límpido e isento de impurezas
CBP1 – D2	Amarelo	Límpido e isento de impurezas
CBP2 – D1	Vermelho	Límpido e isento de impurezas

CBP2 – D2	Amarelo	Límpido e isento de impurezas
CCP1 – D1	Vermelho	Límpido e isento de impurezas
CCP1 – D2	Amarelo	Límpido e isento de impurezas
CCP2 – D1	Vermelho	Límpido e isento de impurezas
CCP1 – D2	Amarelo	Límpido e isento de impurezas

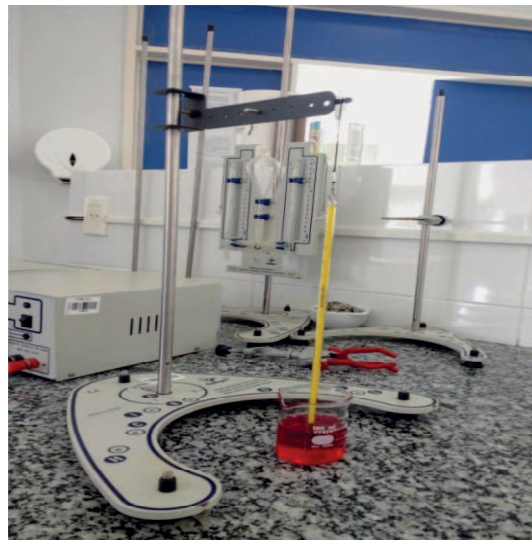
Como mostra na tabela 2, as amostras tipo D1 e D2 analisadas, não foram encontradas inconformidades em relação aos parâmetros de aspecto e cor. O parâmetro cor está de acordo com a Resolução ANP nº. 65/2011 (BRASIL, 2011) que estabelece o corante vermelho para o tipo D1 e o corante amarelo para o tipo D2, em relação ao aspecto de cada amostra. Como mostra a figura 2, do diesel S500. As amostras encontram-se em estado límpido e isentas de impurezas e material particulado, atendendo os requisitos básicos da legislação vigente.



**Figura 1: Análise de aspecto e cor em amostras de diesel S500.**

## 5.2 Análise da densidade e temperatura

Figura 3 demonstra o esquema para a análise de temperatura das amostras coletadas realizada no IFPB, em que todas as amostras se encontram com a temperatura dentro dos limites estabelecidos pelo órgão regulador, portanto estão em conformidade com a legislação.



**Figura 2: Esquema para análise de temperatura.**

A tabela 3 apresenta os resultados de determinação de massa específica para as amostras analisadas.

**Tabela 3: Resultados da Densidade e temperaturas das amostras**

<b>Amostras</b>	<b>Densidade da Amostra</b>	<b>Temperatura da Amostra</b>
<b>CAP1 – D1</b>	0,8387	28°C
<b>CAP1 – D2</b>	0,8385	28°C
<b>CAP2 – D1</b>	0,8375	29°C
<b>CAP2-D2</b>	0,8370	29°C



<b>CAP3 – D1</b>	0,8367	29°C
<b>CAP3 – D2</b>	0,8370	29°C
<b>CBP1 – D1</b>	0,8397	26°C
<b>CBP1 – D2</b>	0,8283	26°C
<b>CBP2 – D1</b>	0,8418	27°C
<b>CBP2 – D2</b>	0,8417	27°C
<b>CCP1 – D1</b>	0,8358	27°C
<b>CCP1 – D2</b>	0,8355	27°C
<b>CCP2 – D1</b>	0,8387	28°C
<b>CCP2 – D2</b>	0,8386	28°C

**Tabela 4: Valor padrão de densidade do óleo diesel a determinada temperatura**

<b>Temperatura</b>	<b>VP mínimo</b>	<b>VP máximo</b>
<b>26°C</b>	0,8159	0,8761
<b>27°C</b>	0,8153	0,8755
<b>28°C</b>	0,8145	0,8749
<b>29°C</b>	0,8139	0,8742

Fonte: Resolução da ANP nº 65/2011

Relacionando os valores obtidos na análise de densidade expostos na Tabela 3 com os valores padrões informados na Tabela 4, observamos que as amostras dos três postos analisados da Cidade A estão em conformidade com relação ao valor de densidade, os resultados de densidade de todas as amostras apresentaram valores que estão entre os valores máximos e mínimos exigidos. Através dos valores obtidos verificamos também a relação da variação da densidade com a temperatura, conforme a temperatura apresentava maior valor, menor era o valor apresentado pela a densidade. As Cidades B e C, também apresentaram conformidade em relação aos valores de densidade, porém, as amostras CBP2 – D1 e D2 apesar de estar a uma maior temperatura que as amostras CBP1 – D1 e D2, não apresentou menor valor de densidade, nesse caso, não foi possível observar a relação da variação da densidade com a temperatura.

### 5.3 Resultado do Índice de Acidez e do Teor de Biodiesel nas amostras

Considerando os resultados de acidez obtidos para o S-10 e o S-500 puros, foi construída a Tabela 5, em que são apresentados os valores de acidez teóricos calculados para cada blenda comparativamente com os resultados obtidos experimentalmente.

**Tabela 5: Resultado do teor de biodiesel (%) e do índice de acidez**

<b>Amostras</b>	<b>(%) Teor de biodiesel</b>	<b>Índice de acidez experimental</b>	<b>Índice de acidez teórico</b>
<b>CAP1 – D1</b>	0,90	0,01	-
<b>CAP1 – D2</b>	5,71	0,06	0,04
<b>CAP2 – D1</b>	7,01	0,09	0,10
<b>CAP2-D2</b>	5,24	0,06	0,04
<b>CAP3 – D1</b>	3,16	0,04	0,03

<b>CAP3 – D2</b>	8,00	0,10	0,05
<b>CBP1 – D1</b>	8,00	0,11	0,11
<b>CBP1 – D2</b>	23,14	0,17	0,012
<b>CBP2 – D1</b>	5,00	0,10	0,09
<b>CBP2 – D2</b>	8,00	0,06	0,05
<b>CCP1 – D1</b>	7,77	0,09	0,10
<b>CCP1 – D2</b>	4,00	0,05	0,03
<b>CCP2 – D1</b>	2,33	0,03	0,02
<b>CCP2 – D2</b>	6,19	0,06	0,05

FONTE: Acidez teórico, resolução da ANP nº 8/2011

Verificando os resultados obtidos na Tabela 5, percebe-se que os valores apresentados são compatíveis com os valores da legislação vigente, portanto, encontra-se em conformidade

Não existe limite de acidez para utilização do diesel rodoviário atualmente. Porém, considerando o limite de 0,50 mgKOH/g para o biodiesel. Pode-se concluir que os valores de acidez determinados não implicariam na redução da qualidade do combustível não acarretando, portanto, problemas em sua utilização.

Já para a obtenção do teor de Biodiesel foi utilizado métodos mais específicos. Na metodologia a bomba de aquário foi utilizada para que a água que saía do sistema continuasse em circulação, evitando o desperdício da mesma, já a intenção de colocar o balão dentro do béquer com o óleo foi para que o calor se distribuisse uniformemente sobre todo o balão, já os pedaços de cerâmica contidos no mesmo, foi utilizado para regular a temperatura, com o objetivo de realizar melhor o procedimento para obtenção de um resultado fidedigno.

Encontramos inconformidade na amostra CBP1 – D2, em relação ao teor de biodiesel, o teor de biodiesel permitido no óleo diesel atualmente é de 8% e o valor encontrado na

amostra foi de 23,14%, valor este que ultrapassa o teor permitido. O biodiesel é adicionado ao óleo diesel para fins benéficos ecologicamente, mas o seu excesso pode acarretar em problemas nos motores dos veículos, pois estudos mostram que teores de biodiesel na formulação do combustível acima do B20, requerem modificação nos motores para minimizar possibilidades de incrustação e outros problemas.

## 6 CONCLUSÃO

A literatura científica reporta que os combustíveis de origem fóssil como o diesel em si estudado, quando apresentado alguma adulteração pode prejudicar não apenas o motor do carro em uso, trazendo prejuízo para o seu proprietário, mas com tudo, acarretar danos ao meio ambiente, devido ao aumento dos gases poluentes liberados pelos transportes rodoviários que utilizarem este combustível. Levando ao aumento do efeito estufa na camada de ozônio, como também danos à saúde de outrem.

Nesse sentido observa-se a necessidade de saber se o combustível adquirido se encontra dentro dos critérios estabelecidos na ANP. Logo, as caracterizações das amostras foram realizadas principalmente com o objetivo de adquirir conhecimento quanto à aplicação de normas técnicas na investigação da qualidade de combustíveis automotivos e ver se os combustíveis vendidos em postos de gasolinas encontram-se nos parâmetros.

Os resultados apresentados mostram-se que, os óleos diesel S500 dos três municípios avaliados apresentaram conformidade com a legislação, em todos os parâmetros analisados os valores permitidos foram atendidos. Sendo estes considerados óleos diesel de boa qualidade e aptos para o uso em motores automotivos ciclo diesel, pois não foram encontradas irregularidades, nem a presença de adulterantes. Entretanto, a amostra do tipo CBP1 - D2, o óleo diesel S10, apresentou irregularidade em relação ao teor de biodiesel, não estando em conformidade com a legislação, sendo considerado um óleo inapto para venda e utilização, pois, pode acarretar em prejuízos operacionais nos motores dos veículos, e no meio ambiente.

Contudo, pode-se concluir que os objetivos propostos na realização deste trabalho foram alcançados, pois é possível analisar os combustíveis vendidos nos postos de gasolina do nosso cotidiano, fazendo com que possamos adquirir um produto de melhor qualidade, bastando verificar se o mesmo se encontra dentro dos padrões.

## REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS. **Qualidade de produtos**. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/wwwanp/qualidade-de-produtos>>. Acesso em 05 de novembro de 2017.

AGÊNCIA NACIONAL DE PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS. **Seminário de avaliação do mercado de combustíveis 2017**. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/wwwanp/palestra/3586-seminario-de-avaliacao-do-mercado-de-combustiveis-2018-ano-base-2017>>. Acesso em 02 de outubro de 2018.

ALUNOS ONLINE. **Óleo diesel**. Disponível em: <<http://alunosonline.uol.com.br/quimica/oleo-diesel.html>>. Acesso em: 10 de junho de 2017.

BRASIL. Agência Nacional De Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP). Resolução nº. 65, de 9 de dezembro de 2011. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 12 dez. 2011.

BLOG OPERATION. **Diesel adulterado**, 2014. Disponível em: <<http://www.operation.com.br/blog?q=diesel%20adulterado>>. Acesso em 15 de dezembro de 2017.

COSTA, Samuel Douglas Camões - **Obtenção e análise de propriedades e parâmetros físico-químicos do óleo de oiticica**. 2015. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

ÇENGEL, Y.A.; CIMBALA, J.M.–**Mecânica dos Fluidos: Fundamentos e aplicações**. 3.ed. Porto Alegre/RS: AMGH, 2015. 51-54 p.

DIESEL – FUEL. **A densidade do óleo diesel**. Disponível em: <<http://www.carro-carros.com/carros/fuels/diesel-fuel/134890.html>>. Acesso em 02 de novembro de 2018.

FERREIRA, S.L.; SANTOS, A. M.; SOUZA, G. R. Análise por cromatografia gasosa de btx nas emissões de motor de combustão interna alimentado com diesel e mistura diesels-biodiesel (B10). **Quim. Nova**, v. 31, n. 3, p. 539-545, 2008.

GIL, A. C. Como elaborar projetos de pesquisa. **São Paulo**, v. 5, n. 61, p. 16-17, 2008.

GAZETA DIGITAL. **Encontradas irregularidades em amostras de álcool e de óleo diesel**, 2006. Disponível em: <<http://www.gazetadigital.com.br/conteudo/show/secao/2/og/1/materia/126370/t/encontradas-irregularidades-em-amostras-de-alcool-e-de-oleo-diesel>>. Acesso em 15 de novembro de 2018.

MASSAGARDI, M. Diesel – Oportunidades e Desafios. In: **Hart World Fuels Conference Latin American & the Caribbean. Rio de Janeiro. 2004.**

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. **Programa nacional de produção e uso do biodiesel**. Disponível em: <<http://www.mme.gov.br/programas/biodiesel/menu/biodiesel/pnpb.html>>. Acesso em: 13 de junho de 2017.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. **Programa nacional de produção e uso do biodiesel**. Disponível em: <<http://www.mme.gov.br/web/guest/conselhos-e-comites/cnpe>>. Acesso em: 10 de novembro de 2018

OLIVEIRA, D. S. et al. Obtenção do biodiesel através da transesterificação do óleo de Moringa oleifera Lam. **Holos**, v. 1, p. 49-61, 2012.

OLIVEIRA MEDEIROS, Marina Áurea – **Avaliação do ponto de névoa, fluidez e entupimento do óleo diesel combustível**. Monografia, UFRN, Departamento de Engenharia Química, Programa de Recursos Humanos – PRH 14/ANP. Áreas de Concentração: Engenharia de Petróleo e Engenharia Bioquímica, Natal/RN, 2004.

OLIVEIRA, S. L. de. **Tratado de Metodologia Científica: projetos de pesquisas, TGI, TCC, monografias, dissertações e teses**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2002.

PETERSON, C.L., HAMMOND, B., THOMPSON, J., BECK, S. – **Performance and Durability Testing of Diesel Engines Using Ethyl and Methyl Ester Fuels**, *National Biodiesel Board*, Idaho, September 2002.

PETROBRAS. **De Olho no Combustível - Quais são os problemas causados pela adulteração de combustíveis?** Disponível em: <<http://www.br.com.br/pc/produtos-e-servicos/para-seu-veiculo/de-olho-no-combustivel/de+olho+no+combustivel>>. Acesso em: 15 de novembro de 2018.

PETROBRAS. **Óleo Diesel Automotivo**. Disponível em: <<http://www.petrobras.com.br/pt/produtos-e-servicos/produtos/automotivos/oleo-diesel/>>. Acesso em: 13 de agosto de 2017.

PETROBRAS. **Óleo Diesel**. Disponível em: <http://www.br.com.br/pc/produtos-e-servicos/para-seu-veiculo/oleo-diesel-veiculo>. Acesso em: 13 de novembro de 2018.

RIBEIRO, Eliana Paula.; SERAVALLI, Elisena Aparecida. Guastarero. **Química de alimentos**. Instituto Mauá de Tecnologia, 2007.

SZKLO, A. S.; ULLER, V. C. **Fundamentos do refino de petróleo: Tecnologia e economia**. 2<sup>a</sup>. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2008.