



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS EXATAS E NATURAIS
CURSO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA

IAPONAN SOARES DOMINGOS

**AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DA GASOLINA TIPO C COMERCIALIZADA EM
PATU-RN**

PAU DOS FERROS-RN

2014

IAPONAN SOARES DOMINGOS

**AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DA GASOLINA TIPO C COMERCIALIZADA EM
PATU-RN**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a
Universidade Federal Rural do Semi Árido
UFERSA, Departamento de Ciências Exatas e
Naturais para obtenção do título de
Bacharelado em Ciência e tecnologia.

Orientadora: Dra. Regina Celia O. Brasil
Delgado - UFERSA.

PAU DOS FERROS-RN

2014

© Todos os direitos estão reservados à Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996, e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tornar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Biblioteca Campus Pau dos Ferros (BCPDF)

Setor de Informação e Referência

D671a Domingos, Iaponan Soares.

Avaliação físico-química da gasolina tipo c comercializada em Patu/RN/ Iaponan Soares Domingos – Pau dos Ferros, 2015.

44f.: il.

Orientador: Prof. Dr. Regina Celia O. B. Delgado

Monografia (Graduação em Ciência e Tecnologia) –
Universidade Federal Rural do Semi-Árido.

1. Combustível - qualidade. 2. Físico-química -
caracterização. 3. Combustível - automotivo I. Título.

RN/UFERSA/BCPDF

CDD: 662.6692

Bibliotecário: Eugênio Pacelli Ferreira da Costa

CRB-15/658

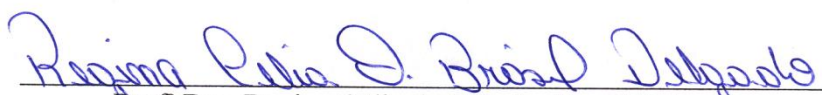
IAPONAN SOARES DOMINGOS

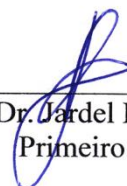
**AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DA GASOLINA TIPO C COMERCIALIZADA EM
PATU-RN**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a
Universidade Federal Rural do Semi Árido
UFERSA, Departamento de Ciências Exatas e
Naturais para obtenção do título de
Bacharelado em Ciência e tecnologia.

APROVADA EM: 28/01/2015

BANCA EXAMINADORA


Profª Dra. Regina Célia de Oliveira Brasil Delgado
Presidente


Profª Dr. Dardel Dantas da Cunha
Primeiro Membro


Profª Dra. Cláudia Alves de Sousa Muniz
Segundo Membro

**A minha mãe, Maria de Fátima Domingos,
pessoa mais importante em minha vida e ao
meu companheiro, Mignum de Andrade
Batista, maior responsável por essa
conquista.**

Dedico.

AGRADECIMENTOS

Antes de qualquer coisa, agradeço a Deus pelas oportunidades de poder está vivenciando essa conquista, por se manter vivo em meu coração em todos os momentos, me abençoando e mostrando os melhores caminhos a seguir. Obrigada!

A minha mãe, por toda sua garra, persistência, dedicação e confiança mostrada desde o primeiro momento que iniciei minha vida estudantil. Mulher que muito lutou junto comigo para que essa conquista se tornasse realidade, me mostrando que somos capazes de alcançar tudo o que desejarmos. A Senhora, o meu amor incondicional e os meus eternos agradecimentos.

Ao meu avô, João Domingos filho, e a minha avó, Altamira Dantas – *In Memoriam*, agradeço por estarem sempre ao meu lado desde tão criança, por todo carinho e esforço feito no intuito de me proporcionar o melhor do pouco que tinham. Sou a primeira de sua extensa árvore genealógica a receber um diploma de nível superior, e reconheço que devo muito dessa conquista aos dois. A toda minha família, tios e tias, primos e primas. Em especial, ao meu irmão, Gustavo Soares Domingos, por todo apoio ao longo do curso.

A meu namorado, Mignum de Andrade Batista, pessoa que me fez enxergar o mundo de outra forma. Provando diariamente que o caminho dos estudos é o melhor quando se quer vencer na vida profissional. A ele devo esse momento, pois sem sua ajuda esse sonho não estaria se tornando realidade. Nunca conseguirei agradecer tudo que tem feito por mim, a ti serei eternamente grata. Obrigada!

A minha orientadora Dra. Regina Célia O. B. Delgado, pela dedicação, paciência, tempo e sabedoria concedida a mim e à realização deste trabalho. MUITÍSSIMO Obrigada!

A todos meus colegas de curso, em especial: Amanda Queiroz, Antônia Paloma, Geverson Pinheiro, Gustavo Leite, Harranna Carneiro, Heithor Syro, Lamartine Candido, Matheus Alves, Natalia Diniz, Rogian Matheus e Victoria Maia, que durante esses três anos compartilharam momentos que ficarão em minha memória por toda minha vida.

A todos que de alguma forma torceram por mim. Obrigada por comungarem comigo esse momento de conclusão de curso, foi uma jornada extenuante, porém muito gratificante.

RESUMO

A gasolina utilizada no abastecimento dos veículos com motores de combustão interna é composta pelo menos, pela mistura de duas ou mais frações obtidas nos processos de refino de petróleo e deve possuir requisitos mínimos de qualidade para apresentar bom desempenho nos motores. A gasolina tipo C é um combustível obtido da mistura de gasolina A e etanol anidro combustível, nas proporções definidas pela legislação em vigor. A qualidade dos combustíveis comercializados em território nacional 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). Atualmente as especificações de qualidade da gasolina são estabelecidas através do Regulamento Técnico ANP Nº 3/2013 da Resolução ANP Nº 40, de 25.10.2013. Este trabalho teve como objetivo geral avaliar a qualidade da gasolina comum tipo C comercializada no município de Patu- RN, visando principalmente adquirir conhecimento quanto à aplicação de normas técnicas na investigação da qualidade de combustíveis automotivos. Para isto, amostras de gasolina obtidas diretamente das bombas medidoras dos cinco (5) postos revendedores de Patu-RN, foram submetidas a ensaios de teor de etanol, massa específica a 20 °C, cor e aspecto, de acordo com a infraestrutura disponível no Laboratório de Geologia e Combustíveis do Curso de Engenharia do Petróleo da UFERSA. Assim, a partir dos resultados obtidos foi verificado que as cinco amostras analisadas apresentaram resultados em conformidade com as especificações estabelecidas pelo Regulamento Técnico Nº 3/2013 da Resolução Nº 40/2013. Entretanto, é importante deixar claro que para considerar uma amostra de gasolina com bons requisitos de qualidade para serem utilizadas como combustível automotivo nacional deve-se ainda realizar ensaios de octanagem e destilação.

Palavras-chave: Gasolina comum tipo C. Caracterização físico-química. Normas. ANP.

ABSTRACT

Gasoline used in the supply of vehicles with internal combustion engines is composed at least by mixing two or more fractions obtained from petroleum refining processes and must have minimum quality requirements to perform well in the engines. Gasoline type C is a fuel obtained from the mixture of gasoline A and anhydrous ethanol fuel in the proportions defined by law. The quality of fuels sold in the country is determined by a set of physical and chemical characteristics specified by the standards of the Brazilian Association of Technical Standards (ABNT) and American Standards for Testing and Materials Society (ASTM). Currently the gas quality specifications are established by Regulation No. 3/2013 Technical ANP ANP Resolution No. 40 of 25.10.2013. This work aimed to evaluate the quality of regular gasoline type C marketed in the city of Patu- RN, aiming mainly to acquire knowledge about the application of technical standards in research quality of automotive fuels. To achieve this, gasoline samples obtained directly from the metering pumps of five (5) positions Patu-RN retailers were subjected to tests ethanol content, specific weight at 20 ° C, color and appearance, according to the infrastructure available in Geology Laboratory and Fuel Course of UFERSA Petroleum Engineering. Thus, from the results it was found that the five samples analyzed showed results in accordance with specifications laid down by Regulation No. 3/2013 Technical Resolution No. 40/2013. However, it is important to clarify that to consider a gas sample with good quality requirements for use as a national automotive fuel must still perform octane and distillation tests.

Keywords: Regular gasoline type C. Physicochemical characterization. Standards. ANP.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Determinação da cor e aspecto das amostras de Gasolina Tipo C	29
Tabela 2 - Resultados da massa específica a 20 °C das amostras de Gasolina Tipo C	30
Tabela 3 - Resultados do teor de álcool das amostras de Gasolina Tipo C	30

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Ensaio para determinação da cor e aspecto das amostras de Gasolina Tipo C.....	25
Figura 2 - Densímetro digital de bancada da marca <i>Rudolph Research Analytical</i> utilizado no ensaio para determinação da massa específica das amostras de Gasolina Tipo C	26
Figura 3 - Ensaio para determinação da massa específica das amostras de Gasolina Tipo C..	27
Figura 4 - Mistura da gasolina, álcool e água salgada.....	28

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO E OBJETIVOS	12
2. REVISÃO DE LITERATURA	14
2.1. A GASOLINA	14
2.2. PRINCIPAIS PROCESSOS PARA PRODUÇÃO DE GASOLINA.....	15
2.2.1. Destilação Direta do Petróleo	15
2.2.2. Recuperação da Gasolina Natural	16
2.2.3. Craqueamento	16
2.2.4. Alquilação.....	16
2.2.5. Polimerização	16
2.2.6. Isomerização.....	17
2.2.7. Reformação	17
2.2.8. Hidrocraqueamento	17
2.3. TIPOS DE GASOLINA	17
2.3.1. Gasolina Tipo A	17
2.3.1.1. Gasolina Tipo A Comum	18
2.3.1.2. Gasolina Tipo A - <i>premium</i> :	18
2.3.2. Gasolina Tipo C	18
2.3.2.1. Gasolina Tipo C Comum	19
2.3.2.2. Gasolina Tipo C - <i>premium</i>	19
2.4. QUALIDADE E ESPECIFICAÇÕES DA GASOLINA	19
2.5. ENSAIOS FÍSICO-QUÍMICOS PARA CARACTERIZAÇÃO DA GASOLINA TIPO C	20
2.5.1. Cor e Aspecto	20
2.5.2. Massa Específica	20
2.5.3. Teor de Etanol Anidro Combustível.....	22
2.5.4. Destilação	22
2.5.5. Octanagem	22
2.5.6. Teor de Enxofre	23
2.5.7. Composição e Teor de Benzeno	23
3. MATERIAIS E MÉTODOS	24
3.1. OBTENÇÃO DAS AMOSTRAS.....	24

3.2.LABORATÓRIO ONDE FORAM REALIZADOS OS EXPERIMENTOS	24
3.3.PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL	24
3.3.1. Cor e Aspecto	24
3.3.2. Massa específica a 20 °C	25
3.3.3. Teor de Etanol Anidro (EAC)	27
4. RESULTADOS E DISCURSÃO	28
5. CONCLUSÃO	30
REFERÊNCIAS	31
ANEXO I	34

1. INTRODUÇÃO E OBJETIVOS

A utilização pelo homem de diversas formas de energia tem sido uma das principais causas de danos ao meio ambiente, com destaque aos combustíveis derivados de petróleo que têm origem fóssil.

O petróleo é uma mistura de hidrocarbonetos que tem origem na decomposição de matéria orgânica, principalmente o plâncton, causada pela ação de bactérias em meios com baixo teor de oxigênio (ATLAS DE ENERGIA ELÉTRICA DO BRASIL, 2008).

O petróleo cru, não tem aplicação direta. Sua utilização exige um processo de refino, o qual se obtém os derivados de petróleo. A gasolina comum é um produto originado do refino de petróleo.

A gasolina é um dos numerosos produtos derivados do petróleo bruto. É composta de mais de 500 hidrocarbonetos que podem variar de 5 a 12 carbonos, e pontos de ebulição na faixa de 38°C a 220°C a pressão atmosférica. Além dos hidrocarbonetos, a gasolina pode conter também compostos oxigenados, compostos de enxofre, compostos de nitrogênio e compostos metálicos, todos eles em baixas concentrações (ALVES, 2006).

A queima dos combustíveis fósseis gera impactos ambientais de alcance global, como o aumento do efeito estufa; regional, como as chuvas ácidas e, local como o aumento da concentração na atmosfera de gases poluentes de efeito tóxico, por exemplo, o monóxido de carbono (CO), o ozônio (O₃), o dióxido de enxofre (SO₂) e materiais particulados (MP).

Combustíveis adulterados (misturados a solventes inapropriados, por exemplo), podem produzir emissões muito mais elevadas do que as normais, além de poderem comprometer seriamente, componentes dos motores e, definitivamente o funcionamento de sistemas delicados de controle de emissões (BRASIL DELGADO, 2006).

Devido à poluição atmosférica ser um dos problemas ambientais mais preocupantes em todo o mundo, o estabelecimento de programas de regulamentações destinadas a controlar as emissões de poluentes por veículos automotores foram implementados em vários países. No Brasil, o PROCONVE - Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores é uma das medidas tomadas para redução dos problemas ambientais causados pela emissão de gases por esses veículos.

A qualidade dos combustíveis é determinada por um conjunto de características físico-químicas previstas nas Normas Brasileiras (NBR) e Métodos Brasileiros (MB); da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) e de Normas da American Society for Testing and

Materials (ASTM). De modo a assegurar o desempenho adequado dos combustíveis, as especificações estabelecidas pela ANP, conforme a lei nº. 9.478/1997 determina valores limites para essas características (ANP, 2014).

Este trabalho tem como objetivo geral avaliar as características físico-químicas da gasolina tipo C comercializada no município de Patu, Estado do Rio Grande do Norte visando principalmente adquirir conhecimentos quanto à aplicação de normas técnicas na investigação da qualidade de combustíveis automotivos. E como objetivos específicos realizar ensaios de aspecto e cor, massa específica a 20° C e teor de etanol anidro combustível nas amostras e comparar os resultados com as especificações estabelecidas no Regulamento Técnico ANP Nº 3/2013.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. A GASOLINA

A gasolina é um combustível derivado do petróleo. É constituída por uma mistura bastante complexa, com mais de uma centena de diferentes hidrocarbonetos. Em geral, esses hidrocarbonetos são mais leves do que aqueles que compõem o óleo diesel (SCHUETZLE *et al.*, 1994), sendo a maioria saturada e contendo de 4 a 12 átomos de carbono por molécula e faixa de temperatura de ebulição média entre 38 e 220°C. Além dos hidrocarbonetos, a gasolina contém em menor quantidade, compostos de oxigênio, enxofre e nitrogênio (GIBBS, 1994).

A gasolina utilizada no abastecimento dos veículos com motores de combustão interna é composta pelo menos, pela mistura de duas ou mais frações obtidas dos processos de refinação, predominantemente da destilação direta do petróleo e dos processos químicos, para atender aos requisitos de desempenho nos motores e suprir a demanda de mercado (HOBSON, 1984).

A Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP); órgão do governo federal que regulamenta e fiscaliza a produção, distribuição e revenda de todo combustível comercializado no Brasil, define dois tipos de gasolina para uso em automóveis: a gasolina tipo A, produzida pelas refinarias e entregue às distribuidoras e a gasolina tipo C, que se encontra disponível nos postos revendedores, é preparada pelas companhias distribuidoras adicionando etanol anidro à gasolina A (SANTOS *et al.*, 2002).

Segundo BRAIN (2000 *in*: PINTO, 2012), a qualidade da gasolina é medida a partir de um índice conhecido como índice de octanagem. Esse índice de octanagem utiliza como parâmetro os dois principais componentes básicos da gasolina (heptano e isoctano). Arbitrariamente, ao heptano que apresenta um índice de octanagem muito baixo, foi atribuído o valor 0 (zero), e o isoctano que seria o de maior índice de octanagem, foi atribuído o valor 100 (cem), entre um e outro nos temos diversos componentes, de forma que se uma gasolina apresenta um índice de octanagem da ordem de 80%, na teoria, significa dizer que essa gasolina se comporta como se fosse formada de 20% de normal heptano e 80% de isoctano. A octanagem mede a resistência que a gasolina apresenta à compressão sem explodir previamente, ou seja, quanto melhor a qualidade da gasolina melhor a sua resistência a esta compressão sem explosão. O heptano seria, teoricamente, o pior tipo de gasolina, pois resiste

muito pouco a explosão, já o isooctano, como resiste muito, teoricamente, seria a melhor das gasolinas.

Mesmo com o surgimento de outros tipos de combustíveis, as gasolinas são o mais comum e mais utilizado dos combustíveis. Os motores conhecidos por motores de explosão interna, como os dos automóveis, utilizam a gasolina no seu interior para executar seu trabalho, onde a gasolina por sua vez sofre uma combustão muito rápida e violenta, provocando uma explosão. De acordo com LOUREIRO (2005) a maior parte dos derivados de petróleo consumidos no mundo destina-se ao setor de transportes seguido pela indústria. Embora existam fontes alternativas com tecnologias desenvolvidas para obtenção de energia, os fatores econômicos prevalecem, uma vez que a energia gerada através da combustão de derivados de petróleo, em alguns países, ainda é mais econômica se comparada com as alternativas.

De acordo com BRASIL DELGADO (2006), a gasolina atualmente disponibilizada em nosso país para o consumidor final, e que é comercializada pelos postos revendedores (postos de gasolina), é aquela que possui compostos oxigenados em sua composição, normalmente etanol anidro combustível (EAC). No passado, em épocas de crise no abastecimento do álcool etílico, quando a produção da indústria alcooleira não era suficiente para atender à demanda de EAC, outros compostos oxigenados, como o MTBE (Metil, Terc-Butil-Éter) e metanol (álcool metílico) eram, após aprovação federal, adicionados à gasolina distribuída aos consumidores. Atualmente esses produtos são proibidos na mistura com a gasolina, devido as suas características tóxicas.

2.2. PRINCIPAIS PROCESSOS PARA PRODUÇÃO DE GASOLINA

Os elevados crescimentos em relação à aplicação do petróleo começaram em meados do século XIX. Mas, foi em 1930 que se deu o crescimento exponencial de sua utilização, com a invenção do motor a explosão. A gasolina e o óleo diesel, derivados do petróleo, rapidamente se transformaram na principal fonte da matriz energética mundial, pois os meios de transporte passaram a usá-los como combustíveis. Neste momento o petróleo tornou-se insuficiente para suprir a demanda mundial, o que levou ao desenvolvimento de novos processos para obtenção de gasolina permitindo o melhor aproveitamento do petróleo, como descritos a seguir.

2.2.1. Destilação Direta do Petróleo

O petróleo é submetido à destilação fracionada, após as operações de desidratação e dessalinação. Esse processo promove sua separação inicial em vários produtos brutos de diferentes volatilidades, tais como nafta ou gasolina virgem, querosene, óleo diesel e cru reduzido (BROWN & SOUDERS, 1938). Os destilados leves, que compreendem as frações de gasolina, querosene e as naftas solventes, raramente se apresentam em condições para emprego antes de tratamento adequado, pois apresentam odor desagradável e poder de corrosão de metais devido à presença de compostos sulfurados.

O método de destilação se inicia com o pré-aquecimento do petróleo, em seguida o mesmo é bombeado para uma torre de fracionamento e, devido à pressão atmosférica ocorre a separação do petróleo em seus grupos de hidrocarbonetos.

2.2.2. Recuperação da Gasolina Natural

A gasolina natural pode ser recuperada pelo processo de compressão, seguida de resfriamento e condensação ou absorção em frações mais pesadas, chamadas óleo de absorção que depois de enriquecidos de gasolina natural são submetidos a uma destilação, utilizando vapor de arraste para separar a gasolina do óleo de absorção (BRASIL DELGADO, 2006).

2.2.3. Craqueamento

Este processo consiste em motivar a quebra das moléculas de hidrocarbonetos de alto peso molecular para produzir outro hidrocarboneto leves de menor peso molecular. O craqueamento térmico e o craqueamento catalítico são, entre as mais diversas formas de se realizar este processo, as mais empregadas na indústria do petróleo.

2.2.4. Alquilação

Neste processo as moléculas de hidrocarboneto de cadeia pequena se transformam em moléculas de hidrocarbonetos de cadeia mais longas, como as moléculas que formam a gasolina, fornecendo componentes de alta octanagem.

2.2.5. Polimerização

A polimerização consiste de um processo utilizado para produzir gasolina a partir de gases de refinaria, combinando moléculas de hidrocarboneto mais leves que a gasolina com moléculas similares, com o objetivo de se obter no resultado final uma gasolina com alto teor de octano.

2.2.6. Isomerização

Neste processo os hidrocarbonetos de cadeia normal são convertidos em hidrocarbonetos ramificados, de forma que não haja alteração em sua massa molecular. O resultado final proporciona um produto com números de octano superiores ao normal.

2.2.7. Reformação

Todos os processos de reforma têm a mesma finalidade, converter frações de hidrocarbonetos de baixa octanagem da faixa da gasolina em frações de octanagem elevada (MELLO, 2008). Desse modo, em relação ao índice de octanagem ocorre uma melhora nas características da gasolina.

2.2.8. Hidrocraqueamento

Segundo BRASIL DELGADO (2006), o hidrocraqueamento é um método que consiste em craquear a gasolina em presença de hidrogênio e de um catalisador. Este processo aumenta a flexibilidade dos refinadores, permitindo operar uma grande variedade de cargas como gasóleos virgens, óleos de reciclagem, gasóleos de craqueamento.

2.3. TIPOS DE GASOLINA

Para efeitos da Resolução ANP N° 40, DE 25.10.2013 – DOU 30.10.2013, as gasolinas automotivas classificam-se em: gasolina A (Tipo A Comum, Tipo A Premium) e gasolina C (Tipo C comum e Tipo C Premium).

2.3.1. Gasolina Tipo A

Combustível produzido a partir de processos utilizados nas refinarias, nas centrais de matérias-primas petroquímicas e nos formuladores, destinado aos veículos automotivos dotados de motores de ignição por centelha, isento de componentes oxigenados.

2.3.1.1. Gasolina Tipo A Comum

A mesma serve de base para gasolina disponível nos postos revendedores. Deve possuir índice antidetonante mínimo 87.

2.3.1.2. Gasolina Tipo A - *premium*:

Assim como a gasolina automotiva Tipo A, essa também é diretamente entregue às companhias distribuidora. A mesma apresenta uma formulação especial capaz de fornecer maior resistência à detonação do que a fornecida pela gasolina Tipo C. Essa resistência acontece devida sua obtenção ser a partir da mistura de naftas de elevada octanagem. Deve possuir índice antidetonante mínimo 91.

2.3.2. Gasolina Tipo C

Combustível obtido da mistura de gasolina A e etanol anidro combustível, nas proporções definidas pela legislação em vigor. A gasolina C comercializada em todo o território nacional deverá conter detergente dispersante registrado junto à ANP. A adição de detergente dispersante é de responsabilidade do produtor e do importador de gasolina A.

2.3.2.1. Gasolina Tipo C Comum

A Gasolina comum Tipo C, é o combustível comercializado nos postos revendedores e utilizado nos motores automotivos. Seu preparo é realizado pelas companhias distribuidoras que misturam gasolina Tipo A, etanol anidro combustível e aditivo (No caso do preparo da

gasolina aditivada). Ao final, o teor de álcool na gasolina deve corresponder à faixa de 25 % em volume, conforme prevê a atual legislação.

O etanol anidro é o álcool utilizado na preparação da gasolina C, pois assim evita a separação de fases dada pela presença da água. No Brasil, utiliza-se o etanol derivado da cana-de-açúcar, ao contrário de outros países que produzem o álcool etílico a partir do milho (Estados Unidos da América) ou beterraba e trigo, como em países da Europa (CHAVES, 2013).

2.3.2.2. Gasolina Tipo C - *premium*

É a gasolina formulada pelo acréscimo de etanol anidro à gasolina Tipo A-*Premium*. Segundo Mello (2008), esta gasolina foi desenvolvida com o objetivo principal de atender aos veículos nacionais e importados, de altas taxas de compressão e alto desempenho, e que tenham a recomendação dos fabricantes de utilizar um combustível de elevada resistência à detonação.

2.4. QUALIDADE E ESPECIFICAÇÕES DA GASOLINA

No Brasil a Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP), tem como uma de suas atribuições a proteção dos interesses dos consumidores quanto à qualidade dos derivados de petróleo comercializados em todo o território brasileiro, conforme o Art. 8º da Lei nº. 9.478/1997 (Lei do Petróleo). Para essa finalidade a ANP mantém um programa para monitorar constantemente a qualidade da gasolina, álcool e óleos diesel comercializados nos postos revendedores brasileiros. Este programa é denominado Programa de Monitoramento da Qualidade dos Combustíveis Líquidos – PMQC (CAVALCANTE, 2014).

Em 1998 O PMQC foi instituído, e ampliado em 2005 quando alcançou todas as unidades da Federação. O PMQC foi regulamentado pela Resolução ANP nº 29, de 26 de outubro de 2006, coordenado pela Superintendência de Biocombustíveis e de Qualidade de Produtos (SBQ).

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) e de normas da *American Society for Testing and Materials* (ASTM) define a qualidade dos combustíveis por um conjunto de características físicas e químicas. As especificações estabelecidas pela ANP,

conforme a Lei nº 9.478/1997 determina valores-limites para essas características, de modo a assegurar o desempenho adequado dos combustíveis.

As especificações da gasolina são estabelecidas através do Regulamento Técnico ANP Nº 3/2013 da Resolução ANP Nº 40, de 25.10.2013 – DOU 30.10.2013, onde se especifica dois tipos de gasolinas comercializadas em território nacional, a “comum” que possui índice antidetonante mínimo de 87 e a “Premium” que possui índice antidetonante mínimo de 91.

De acordo com a Portaria do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento-MAPA Nº 105/2013, a gasolina nacional atualmente deve conter um teor de etanol anidro combustível entre 24 a 26%.

2.5. ENSAIOS FÍSICO-QUÍMICOS PARA CARACTERIZAÇÃO DA GASOLINA TIPO C

2.5.1. Cor e Aspecto

Cor: este ensaio tem como objetivo indicar a tonalidade da gasolina. A Resolução ANP Nº 40, DE 25.10.2013 determina que a gasolina Tipo C deve apresentar-se de incolor a amarelada, se isenta de corante, cuja utilização é permitida, no teor máximo de 50 ppm, com exceção da cor azul, restrita à gasolina de aviação.

Aspecto: é um teste que fornece uma indicação visual da qualidade e de possível contaminação da gasolina, de acordo com a seguinte classificação: (i) Límpido e isento de impurezas; (ii) Límpido com impurezas; (iii) Turvo sem impurezas e (iv) Turvo com impurezas.

É um ensaio que proporciona uma indicação visual da qualidade e de provável contaminação da gasolina. Para Gibbs (1994), a gasolina deve apresentar-se límpida e isenta de impurezas. Água, poeira, ferrugem, etc, quando presentes, podem reduzir a vida útil dos filtros de combustível dos veículos e prejudicar o funcionamento dos motores.

2.5.2. Massa Específica

A massa específica (20 °C/4 °C) da gasolina é determinada seguindo as normas ASTM D 1298, ASTM D 4052 ou NBR 7148.

A massa específica é um forte indicio sobre a qualidade de um combustível. O teste é definido como a relação entre a massa específica da gasolina à 20°C e a massa específica da água a 4 °C. Enquanto a gasolina comum tem uma massa específica entre 0,72 e 0,78 g/cm³, a gasolina adulterada apresenta, em geral, uma massa específica menor, devido à adição de compostos orgânicos menos densos. Segundo a legislação brasileira a gasolina deve ser totalmente isenta de água, mas, algumas vezes, recebe a adição de álcool não anidro e a presença de água pode ser detectada pela determinação da massa específica (TAKESHITA, 2006).

A aparelhagem utilizada para realização do ensaio de acordo com a Norma ASTM D4052, deve conter os seguintes componentes:

- Analisador de densidade: um analisador digital consistindo de um tubo de amostra oscilante em forma de U e um sistema para excitação eletrônica, frequência contínua e visor. O analisador deve fornecer medidas precisas da temperatura da amostra durante a medição ou deve controlar a temperatura da amostra;
- Banho circulante de temperatura constante: item opcional capaz de manter a temperatura do líquido circulante constante, na faixa desejada a $\pm 0,05^{\circ}\text{C}$. O controlador de temperatura pode ser mantido como parte do instrumento do medidor de densidade;
- Seringas de no mínimo 2 mL: com uma ponta ou adaptador na ponta que irá ajustar à abertura do tubo oscilante;
- Adaptador de pressão: para uso como meio alternativo de introdução da amostra dentro do analisador de densidade por bomba de vácuo;
- Termômetro: calibrado e graduado a $0,1^{\circ}\text{C}$, e um suporte de termômetro que possa ser colocado no instrumento para ajuste da temperatura de teste. Na calibração do termômetro, o ponto de gelo e as conexões do orifício devem ser estimados com aproximação de $0,05^{\circ}\text{C}$.

A calibração do densímetro deve ser realizada utilizando ar e água destilada, na instalação do equipamento e sempre que a temperatura de teste for mudada. Após isso, as calibrações devem ser realizadas a intervalos regulares durante as operações de rotina.

2.5.3. Teor de Etanol Anidro Combustível

A determinação do teor de etanol anidro combustível (EAC) na gasolina é realizada conforme a norma NBR 13992. A porcentagem de etanol permitida na gasolina deve obedecer ao limite estabelecido pela ANP que atualmente é $25 \pm 1\%$. Este valor deve ser obedecido pelos postos revendedores de combustível, pois a falta ou excesso do etanol é prejudicial ao desempenho dos veículos (GOMES, 2011).

O teste da proveta é o ensaio proposto pela Resolução ANP nº 40 de 2013, em que a adição de um volume de solução aquosa salina, conhecido à gasolina, provoca a migração do etanol presente para fase aquosa. Isso ocorre, pois o álcool possui caráter apolar e polar, dissolvendo-se em ambas as fases. Contudo, o mesmo possui mais afinidade com a fase polar da água. Após a separação das fases, observa-se o quanto o nível da solução aquosa aumentou e calcula-se então o teor de etanol na gasolina (BIANCHI, *et al.* 2005).

2.5.4. Destilação

Segundo o Instituto Brasileiro de Petróleo, Gás e Biocombustíveis (IBP) o ensaio de destilação, efetuado de acordo com o método NBR9619 e ASTM D86, propicia uma medida em termos de volatilidade, das proporções relativas de todos os hidrocarbonetos componentes de uma gasolina. Consiste o ensaio em destilar 100 mL de gasolina, condensar o destilado e registrar as temperaturas nas quais as várias porcentagens destilam.

2.5.5. Octanagem

A octanagem ou índice de octano é uma propriedade da gasolina que indica a que limite máximo a mistura vapor de combustível mais ar pode ser comprimida dentro da câmara de combustão sem que haja detonação espontânea, ou seja, sem que a mistura entre em combustão antes da centelha da vela de ignição. Ela mede, portanto, a capacidade da gasolina resistir à detonação espontânea ou "batida de pino". A octanagem da gasolina é medida por dois métodos: O Método Motor (MON - *Motor Octane Number*), que avalia a resistência da gasolina à detonação quando o motor está operando em condições mais severas, em alta rotação e plena carga (Método regulamentado pela Norma ASTM D 2699 / MB 457) e o Método Pesquisa (RON - *Research Octane Number*), que avalia a resistência da gasolina à

detonação quando o motor está operando em condições mais suaves, em baixa rotação (FODOR *et al*, 1996) (Método regulamentado pela Norma ASTM D 2700/ MB 457) (BRASIL DELGADO, 2006).

2.5.6. Teor de Enxofre

São elementos indesejáveis em função da ação corrosiva. O enxofre ocasiona a formação dos óxidos SO₂ e SO₃, originados na combustão da gasolina, podem formar ácidos sulfurosos e sulfúricos, e promovem desgastes e corrosão no motor. São tóxicos, liberam odores desagradáveis e caem na terra como chuva acida.

O teste para determinação do teor de enxofre (S) em produtos de petróleo é realizado segundo a norma ASTM D2622, D3120, D5453, D6920, D7039 e D7220.

2.4.7 Composição e Teor de Benzeno

A composição da gasolina (% de olefínicos, % de parafínicos e % de aromáticos) é determinada de acordo com a norma ASTM D 1319 pela técnica de espectroscopia do infravermelho médio, utilizando um equipamento analisador de gasolina.

O teor de benzeno também é analisado pela técnica de espectroscopia do infravermelho médio de acordo com as Normas ASTM D 3606, D 5443 e D 6277.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. OBTENÇÃO DAS AMOSTRAS

No município de Patu, Rio Grande do Norte, há somente cinco (5) postos revendedores de combustíveis todos de bandeiras diferentes. Cinco (5) litros de amostras de gasolina Tipo C foram coletados diretamente nas bombas, 1 litro em cada posto, em frascos de vidro da cor âmbar, apropriados para armazenar este tipo de combustível. As amostras foram coletadas na segunda semana de dezembro/2014 e foram rotuladas e enumeradas em ordem numérica de 1 a 5, como forma de evitar a identificação do fornecedor, já que este trabalho não tem o objetivo de polemizar a qualidade das amostras que estão sendo comercializadas nos postos de combustíveis do referido município, o que só pode ser feito com autorização expressa da ANP.

3.2. LABORATÓRIO ONDE FORAM REALIZADOS OS EXPERIMENTOS

As análises foram realizadas no Laboratório de Geologia e Combustíveis do curso de Engenharia de Petróleo, do Departamento de Ciências Ambientais e Tecnológicas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA). Este laboratório dispõe de estrutura para o desenvolvimento de determinados experimentos de caracterização físico-química de combustíveis, contendo vidraria adequada para os ensaios de aspecto e cor e determinação do teor de etanol anidro combustível e um densímetro digital de bancada da marca *Rudolph Research Analytical* equipado com os componentes necessários para realização do ensaio de massa específica a 20° C de acordo com a Norma ASTM D4052.

3.3. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Os ensaios de caracterização físico-química foram realizados nas amostras de gasolina, de acordo com as normas Brasileiras (NBR) e Métodos Brasileiros (MB) da Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT, e as Normas da *American Society for Testing and Material* – ASTM.

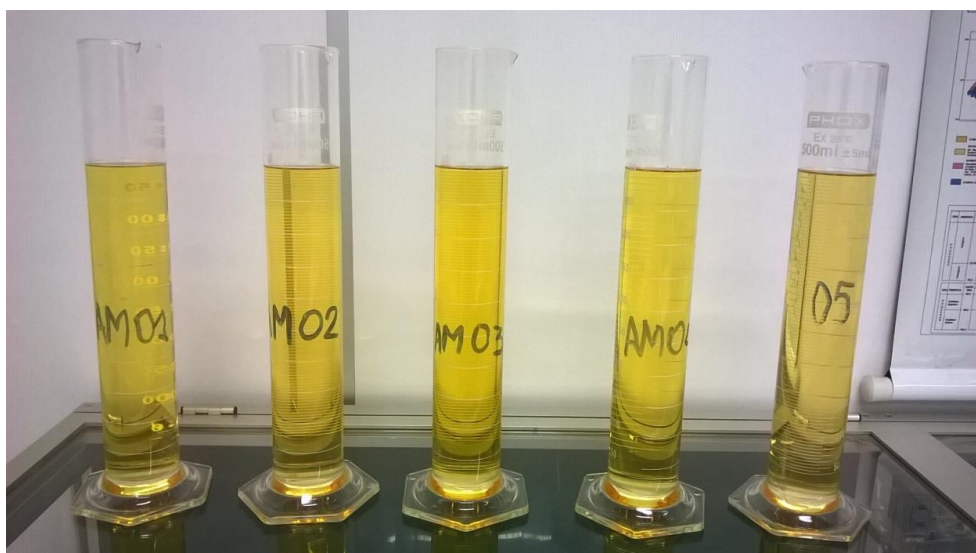
Neste trabalho as amostras de gasolina foram analisadas pelas características de cor e aspecto, massa específica a 20 °C e teor de etanol anidro combustível, de acordo com a

infraestrutura disponível no Laboratório de Geologia e Combustíveis do Curso de Engenharia do Petróleo da UFERSA.

3.3.1. Cor e Aspecto

Esta análise foi realizada de forma visual, observando-se a cor e o aspecto das amostras, que foram previamente homogeneizadas e colocadas em uma proveta transparente de 500 mL (Figura 1). O aspecto indica se a amostra está límpida ou turva, com ou sem impurezas, conforme descrito no item 2.5.1.

Figura 1 – Ensaio para determinação da cor e aspecto das amostras de gasolina tipo C.



Fonte: autoria própria

3.3.2. Massa específica a 20 °C

O teste foi realizado de acordo com a Norma ASTM D 4052, utilizando-se um densímetro digital de bancada da marca *Rudolph Research Analytical* (Figura 2), equipado com tubo de amostra oscilante em forma de U, sistema para excitação eletrônica, frequência contínua, visor, banho circulante de temperatura constante e termômetro calibrado e uma seringa de 3 mL.

Figura 2 – Densímetro digital de bancada da marca *Rudolph Research Analytical* utilizado no ensaio para determinação da massa específica a 20 °C das amostras de gasolina tipo C.



Fonte: autoria própria

- Procedimento de análise: inicialmente foi realizada a calibração do equipamento com ar e água destilada. Após a homogeneização da gasolina, com o auxílio da seringa foi introduzida cerca de 1,5 mL de amostra, no tubo do densímetro, limpo e seco. Em seguida, foi feito um exame minucioso da amostra no tubo, com o propósito de evitar a ocorrência de bolhas. A leitura da massa específica (g/cm^3) das amostras foi realizada diretamente no visor do equipamento a 20°C após 3 minutos (Figura 3).

Figura 3 – Resultado do ensaio de massa específica de amostra de gasolina tipo C coletada no Município de Patu-RN.



Fonte: autoria própria

3.3.3. Teor de Etanol Anidro (EAC)

No teste de determinação do teor de etanol anidro combustível (EAC) foi utilizada uma proveta volumétrica de 100 mL, com boca esmerilhada e tampa, marca *Schott Duran*. No procedimento foi colocado 50 mL da amostra de gasolina na proveta previamente limpa, desengordurada e seca e, em seguida adicionou-se uma solução de NaCl (10% m/v) até completar o volume de 100 mL. Em seguida, a proveta foi tampada e invertida por 10 vezes, cuidadosamente, para completar o processo de extração do álcool pela camada aquosa. A mistura ficou em repouso por 15 minutos e finalmente foi feita à leitura do volume final da fase aquosa em mililitros (Figura 4).

O teor de EAC foi calculado utilizando-se a seguinte equação:

$$\text{EAC} = [(A - 50) \times 2] \pm 1$$

Em que:

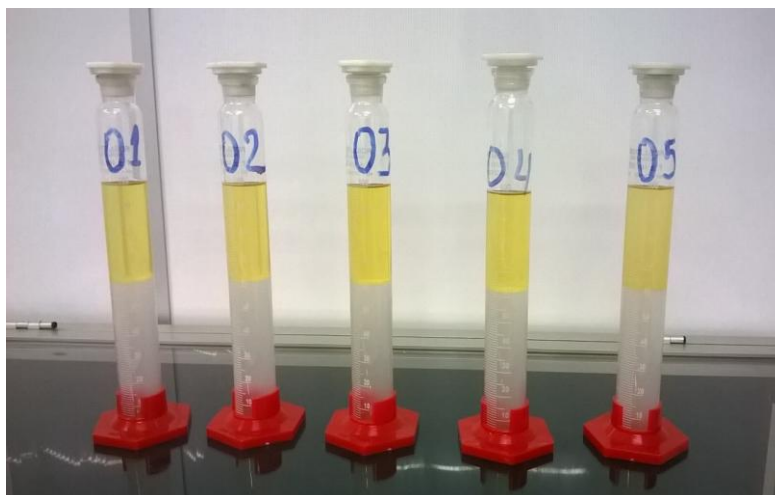
A = volume final da camada aquosa (mL);

-50= volume inicial da camada aquosa;

x 2 = duplicação da variação de volume da camada aquosa, para que o mesmo seja expresso em 100 %;

+ 1 = Acréscimo ao resultado final, devido à redução de volume da fase aquosa, que ocorre na interação intra-molecular entre a água e o álcool.

Figura 4 – Determinação do teor de etanol anidro combustível nas amostras de gasolina tipo c.



Fonte: autoria própria

4. RESULTADOS E DISCURSÃO

Todos os resultados obtidos na caracterização físico-química das amostras estão expressos nas tabelas 1 a 3, a seguir e foram comparados com as especificações da Gasolina Tipo C descritas no Regulamento Técnico ANP Nº 3/2013 da resolução ANP nº 40, de 25.10.2013 (Anexo I).

As cinco amostras apresentaram cor amarela e aspecto límpido e isento de impurezas, exatamente como especifica a ANP. Portanto, em relação à cor e aspecto, todas as amostras estão em conformidade com a legislação em vigor da ANP.

Tabela 1 – Determinação da cor e aspecto das amostras de gasolina tipo C.

AMOSTRAS	COR	ASPECTO
AMOSTRA 1	AMARELA	LÍMPIDO E ISENTO DE IMPUREZAS
AMOSTRA 2	AMARELA	LÍMPIDO E ISENTO DE IMPUREZAS
AMOSTRA 3	AMARELA	LÍMPIDO E ISENTO DE IMPUREZAS
AMOSTRA 4	AMARELA	LÍMPIDO E ISENTO DE IMPUREZAS
AMOSTRA 5	AMARELA	LÍMPIDO E ISENTO DE IMPUREZAS

Os resultados da massa específica a 20 °C das amostras de Gasolina Tipo C apresentados na Tabela 2, estão no intervalo entre 754 a 758 kg/m³.

A massa específica da gasolina é uma característica que está relacionada ao seu potencial energético total, pois, quanto maior ela se apresenta maior será a massa de combustível que estará sendo injetada no motor, para um mesmo volume considerado. Grandes variações na massa específica levam a uma significativa variação na massa de combustível injetada, impossibilitando a obtenção de uma mistura de ar/combustível balanceada. É um parâmetro da gasolina sem limites definidos pela legislação em vigor, entretanto, de acordo com TAKESHITA (2006), amostras de gasolina conformes apresentam resultados variando entre 720 a 780 kg/m³. Portanto considera-se que todas as amostras estão em conformidade com legislação vigente.

Tabela 2 – Resultados da massa específica a 20 °C das amostras de gasolina tipo C.

AMOSTRAS	MASSA ESPECÍFICA A 20 °C (kg/m³)
AMOSTRA 1	757,2
AMOSTRA 2	757,6
AMOSTRA 3	758,4
AMOSTRA 4	755,5
AMOSTRA 5	754,2

Os resultados obtidos e apresentados na Tabela 3 indicam que as amostras de Gasolina Tipo C analisadas apresentaram teor de etanol anidro combustível dentro dos limites estabelecidos pela Portaria MAPA Nº 105/2013, entre 24 a 26% e, portanto, estão em conformidade com a legislação atual.

Tabela 3 – Resultados do teor de etanol anidro combustível das amostras de gasolina tipo C.

AMOSTRAS	TEOR DE ÁLCOOL (% volume)
AMOSTRA 1	25
AMOSTRA 2	25
AMOSTRA 3	25
AMOSTRA 4	25
AMOSTRA 5	25

5. CONCLUSÃO

Os ensaios realizados nas amostras de gasolina tipo C coletadas no município de Patu-RN, fazem parte das características regulares da gasolina, estando regulamentados pela Resolução ANP Nº 40/2013. A partir dos resultados obtidos em comparação com as especificações da ANP, observou-se que as amostras estão em conformidade nas características avaliadas.

É importante deixar claro que para considerar uma amostra de gasolina com bons requisitos de qualidade para serem utilizadas como combustível automotivo nacional deve-se ainda realizar ensaios de octanagem e destilação.

A caracterização das amostras foi realizada principalmente com o objetivo de adquirir conhecimento quanto à aplicação de normas técnicas na investigação da qualidade de combustíveis automotivos.

Por fim, vale destacar que o presente trabalho não tem objetivo de debater sobre a qualidade das amostras de gasolina em questão, o que só pode ser feito com autorização expressa da ANP.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA NACIONAL DE PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS; **Resolução Nº 40, de 25.10.2013-DOU 28.10.2013 de dezembro de 2001.** Estabelece as especificações das gasolinas de uso automotivo, consoante as disposições contidas no Regulamento Técnico nº 3/2013 e as obrigações quanto ao controle da qualidade a serem atendidas pelos diversos agentes econômicos que comercializam o produto em todo o território nacional. Brasília, DF: Diário Oficial; 28.10.2013.

ANP, 2014. **Agencia Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis.** Disponível em: <http://www.anp.gov.br>. Acesso em 27/07/2014.

ALVES, J. K. P. **Estudo do Desempenho Antioxidativo de um Novo Composto Derivado do Cardanol Hidrogenado Aplicado à Gasolina Automotiva.** Monografia de Graduação. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2006.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS, ASTM D 4052 **Standard Test Method for Density and Relative Density of Liquids by Digital Density Meter**, 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Normas Brasileiras – NBR 13992 Gasolina Automotiva – Determinação do Teor de Álcool Etílico Anidro Combustível (AEAC)**, 2010.

ATLAS DE ENERGIA ELÉTRICA DO BRASIL. **Agência Nacional de Energia Elétrica.** 3. Ed; Parte III – Brasília : ANEEL, 2008.

BIANCHI, J. C. de A.; ALBRECHT, C. H.; MAIA, D. J. **Universo da Química:** volume único: livro do professor. São Paulo: FTD, 2005.

BRASIL DELGADO, R. C. O. **Preparação e Caracterização de Misturas de Gasolina e Álcool Etílico Hidratado e, Propriedades Térmicas do Resíduo de Destilação das**

Misturas para Tecnologia *Flex-Fuel*. Tese de Doutorado, Programa de Pós-Graduação em Química, Universidade Federal do Rio Grande do Norte-UFRN, Natal-RN. 2006.

BROWN, G. G.; SOUDERS, M. Jr. Separation of petroleum hydrocarbons by distillation, In: Dunstam, A. E.; Brooks, B. T.; ed., **The Science of Petroleum: A comprehensive treatise of the principles and practice of the production, refining, transport and distribution of mineral oil**, London, Oxford University Press, v. 2, p. 1544-79, 1938.

CAVALCANTE, R. A. **Caracterização Físico-Química do Etanol Hidratado Combustível Comercializado no Município de Mossoró-RN**. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, 2014.

CHAVES, R. T. **Estudo Do Uso De Misturas De Etanol Hidratado e Gasolinas Automotivas em um Motor ASTM-CFR**. Projeto de Graduação, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2013.

FODOR, G. E.; KOHL, K. B.; MASON, R. L. **Analysis of Gasoline by FT-IR Spectroscopy**. Analytical Chemistry, v. 68, p.23-30, 1996.

GIBBS, L. M. **Automotive fuels: gasoline, Encyclopedia of Energy, Technology and the Environment**, New York, John Wiley & Sons, 1994.

GOMES, L. G. **Determinação do Teor de Álcool na Gasolina Segundo Normas da ANP: Um Experimento para Discutir Conceitos e os Direitos do Consumidor**. Trabalho Científico, Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, 2011. Disponível em: <http://www.uel.br/ccb/biologiageral/eventos/erebio/painel/T102.pdf>. Acesso em 08/12/2014.

HOBSON, G. D. **Modern Petroleum Technology**, 5º ed., cap. 1, Wiley & Sons, ISBN 0 471 262498, 1984.

IBP, 2014. **Instituto Brasileiro de Petróleo, Gás e Biocombustíveis**. Disponível em: <http://www.ibp.org.br>. Acesso em 04/12/2014.

LOUREIRO L. N. Panorâmica Sobre Emissões Atmosféricas, Estudo de Caso: **Avaliação do Inventário Emissões Atmosféricas da Região Metropolitana do Rio de Janeiro para Fontes Móveis**. Tese, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2005.

MELLO, D. **Caracterização do Resíduo Sólido Formado em Motor Automotivo à Gasolina por meio de Técnicas Analíticas**. Dissertação, Instituto de Pesquisa Energéticas e Nucleares, 2008. Disponível em: < <http://www.teses.usp.br>>. Acesso em 20/11/2014.

PINTO, V. D. A. **Gasolina: Uma Proposta Temática para Estudos do Petróleo no Ensino de Química**. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade de Brasília, Instituto de Química, 2012. Disponível em: < bdm.unb.br/handle/10483/4069>. Acesso em 01/09/2014.

SANTOS, A. A. ASSUNÇÃO G. V; FILHO, V. E. M. **Avaliação das características da gasolina “C” comum comercializada na cidade de São Luís – MA**. Universidade Federal do Maranhão, 2002. Disponível em: <http://www.pppg.ufma.br>. Acesso em 25/09/2014.

SCHUETZLE, D. W. O.; SIEGL, T. E.; DEARTH, E. W.; KAISER, E. W.; GORSE, R.; KREUCHER, W.; KULIK, E. **The relationship between gasoline composition and vehicle hydrocarbon emissions: a review of current studies and future research needs**. Environmental Health Perspectives Supplements, v.102, p. 3-12, 1994.

TAKESHITA, V. E. **Adulteração de Gasolina por Adição de solventes Análise dos parâmetros físico-químicos**, Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Santa Catarina/UFSC, Florianópolis, SC, 2006.

ANEXO 1- RESOLUÇÃO ANP Nº 40, DE 25.10.2013.