



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS AMBIENTAIS E TECNOLÓGICAS
CURSO DE ENGENHARIA DE PETRÓLEO

LUCAS MENDES MOURA MAIA

**AVALIAÇÃO DOS INDICADORES GERAIS DA QUALIDADE DA GASOLINA NO
ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE**

MOSSORÓ – RN
2015

LUCAS MENDES MOURA MAIA

**AVALIAÇÃO DOS INDICADORES GERAIS DA QUALIDADE DA GASOLINA NO
ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Campus Mossoró da Universidade Federal
Rural do Semi-Árido – UFERSA, para a
obtenção do título de Bacharel em Engenharia
de Petróleo

Orientadora: Prof^a. Dra. Regina Célia de
Oliveira Brasil Delgado – UFERSA.

Mossoró – RN
2015

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Biblioteca Central Orlando Teixeira (BCOT)
Setor de Informação e Referência

M217a Maia, Lucas Mendes Moura

Avaliação dos indicadores gerais da qualidade da gasolina no estado do Rio Grande Do Norte/ Lucas Mendes Moura Maia -- Mossoró, 2015.

46f.: il.

Orientadora: Prof^a. Dra. Regina Célia de O. Brasil Delgado

Dissertação (Mestrado em Engenharia de Petróleo) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido. Pró-Reitoria de Graduação.

1. Gasolina. 2. Monitoramento da qualidade. 3. Agência Nacional de Petróleo. I. Título.

RN/UFERSA/BCOT/154-15

CDD: 665.53827

Bibliotecária: Vanessa Christiane Alves de Souza Borba

CRB-15/452

LUCAS MENDES MOURA MAIA

**AVALIAÇÃO DOS INDICADORES GERAIS DA QUALIDADE DA GASOLINA NO
ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a
Universidade Federal Rural do Semi-Árido ao
Departamento de Ciências Ambientais e
Tecnológicas para a obtenção do título de
Engenheiro de Petróleo.

APROVADA EM: 03/02/15

BANCA EXAMINADORA



Prof.^a Dra. Regina Célia de Oliveira Brasil Delgado
Presidente



Prof. Dr. Jarde Dantas da Cunha
Primeiro Membro



Prof.^a Dra. Andrea Francisca Fernandes Barbosa
Segundo Membro

Primeiramente à Deus, responsável por todas as oportunidades em minha vida. Aos meus pais, Francisco Jurandir Maia e Moura e Francisca Nilce Mendes, por estarem sempre ao meu lado me dando força e coragem, e minha irmã Marília Mendes Brandão a quem amo tanto.

DEDICO.

À Profª. Dra. Regina Brasil a quem se mostrou ser uma grande pessoa e serei para sempre grato.

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

À minha orientadora, Prof^a. Dra. Regina Célia de Oliveira Brasil Delgado, pela sua paciência e todo apoio ao longo desse período de orientação.

À Arthur de Souza, Camila Lima, Hélios Betôven, José Etiene, Leomar Janio, Rubênia Bruna colegas que sempre estiveram comigo ao longo dessa batalha e me estimularam nos momentos mais confusos e difíceis.

À Sinthya Gadelha, pessoa que tornou meus dias mais alegres e felizes nesses últimos momentos na faculdade.

Ao meu pai Jurandir, minha mãe Nilce e minha irmã Marília, que foram as pessoas que fizeram com que esse meu sonho de cursar uma faculdade fosse capaz de acontecer.

À Deus, acima de tudo, por ter me dado forças, garra e perseverança para vencer mais este desafio.

À Universidade Federal Rural do Semi-Árido pelo ensino de qualidade e a todos os professores do curso de Engenharia de Petróleo pelos momentos de dedicação e por todos os conselhos dados para me tornar uma pessoa melhor.

RESUMO

A gasolina é um dos principais derivados do petróleo e o combustível automotivo mais comercializado no mundo. No Brasil, a qualidade desse combustível é verificada por um conjunto de características físico-químicas prevista nas Normas da ABNT e em Normas ASTM, de acordo com a legislação em vigor. As especificações utilizadas na caracterização da gasolina estão contidas na Resolução ANP N° 40/2013. Para assegurar a qualidade dos combustíveis comercializados em território nacional, a ANP, criou o Programa de Monitoramento da Qualidade dos Combustíveis (PMQC), que em parcerias com Universidades e Centros de Pesquisas, são responsáveis pelos indicadores gerais da qualidade dos combustíveis líquidos. O presente trabalho teve como objetivo geral avaliar os indicadores gerais da qualidade da gasolina comercializada no Rio Grande do Norte, através da análise de Boletins Mensais da Qualidade dos Combustíveis publicados pela ANP, referentes ao período de 2002 ao primeiro semestre de 2014. Amostras de gasolina C foram coletadas nos municípios de Patu e Mossoró e analisadas, visando o conhecimento sobre a aplicação de normas técnicas na caracterização de combustíveis e identificação de índices de conformidade ou não conformidade, em comparação com as especificações da ANP. Assim, foi verificada de forma geral uma diminuição nos índices de não conformidades apresentados pelas amostras de gasolina no Brasil e no estado do Rio Grande do Norte, o que revela um controle das não conformidades desde que o PMQC foi implantado. As amostras de gasolina C foram analisadas através das características de cor e aspecto (método visual), massa específica a 20 °C (Norma ASTM D 4052) e teor de etanol (Norma NBR 13992) de acordo com a infraestrutura disponível no Laboratório de Geologia e Combustíveis do Curso de Engenharia do Petróleo da UFERSA, apresentando resultados em conformidade com as especificações atualmente vigentes.

Palavras-chave: Gasolina; não conformidade; ANP; combustíveis.

ABSTRACT

Gasoline is one of the main oil products and the most commercialized automotive fuel in the world. In Brazil, the quality of the fuel is checked by a set of physical and chemical characteristics provided in the Norms and Standards ASTM, according to the legislation. The specifications used to characterize the gas is contained in Resolution No. 40/2013 ANP. To ensure the quality of fuels sold in the country, the ANP established the Monitoring Program Fuel Quality (CQP), which in partnership with universities and research centers, are responsible for general indicators of the quality of liquid fuels. This study aimed to assess the general indicators of the quality of gasoline sold in Rio Grande do Norte, through the Fuel Quality Analysis Monthly Bulletins published by the ANP, for the period from 2002 to the first half of 2014. Samples of gasoline C were collected in the municipalities of Patu and Mossley and analyzed, seeking knowledge about the application of technical standards for the characterization of fuels and identification of compliance or non-compliance rates compared to the specifications of the ANP. Thus, it was verified in general a decrease in the rates of non-compliance provided by the gasoline samples in Brazil and in the state of Rio Grande do Norte, which shows a control of nonconformities since the CQP was implemented. C. The gas samples were analyzed using color characteristics and appearance (visual method), specific gravity at 20 °C (ASTM D 4052) and ethanol content (NBR 13992) according to the infrastructure available geology laboratory and Fuel Petroleum Engineering Course UFERSA, presenting results in accordance with current specifications

Keywords: Gasoline; non-compliance; ANP; fuels.

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Evolução do Controle das Não Conformidades da Gasolina Comercializada no Brasil.....	30
Gráfico 2. Evolução do Controle das Não Conformidades da Gasolina Comercializada no Rio Grande do Norte.	31
Gráfico 3. Não Conformidades apresentadas pelas amostras de gasolina no ano de 2002.	32
Gráfico 4. Não Conformidades apresentadas pelas amostras de gasolina no ano de 2003.	33
Gráfico 5. Não Conformidades apresentadas pelas amostras de gasolina no ano de 2004.	33
Gráfico 6. Não Conformidades apresentadas pelas amostras de gasolina no ano de 2005.	34
Gráfico 7. Não Conformidades apresentadas pelas amostras de gasolina no ano de 2006.	35
Gráfico 8. Não Conformidades apresentadas pelas amostras de gasolina no ano de 2007.	35
Gráfico 9. Não Conformidades apresentadas pelas amostras de gasolina no ano de 2008.	36
Gráfico 10. Não Conformidades apresentadas pelas amostras de gasolina no ano de 2009.	37
Gráfico 11. Não Conformidades apresentadas pelas amostras de gasolina no ano de 2010.	37
Gráfico 12. Não Conformidades apresentadas pelas amostras de gasolina no ano de 2011.	38
Gráfico 13. Não Conformidades apresentadas pelas amostras de gasolina no ano de 2012.	39
Gráfico 14. Não Conformidades apresentadas pelas amostras de gasolina no ano de 2013.	39
Gráfico 15. Não Conformidades apresentadas pelas amostras de gasolina no primeiro semestre de 2014	40

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ensaio para a determinação do aspecto e cor das amostras de gasolina.	25
Figura 2. Ensaio para a determinação da massa específica das amostras de gasolina.	26
Figura 3. Ensaio para determinação do teor de etanol das amostras de gasolina.	28

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Resultados dos ensaios de cor e aspecto das amostras de gasolina tipo C.	41
Tabela 2. Resultados dos ensaios de teor de EAC das amostras de gasolina tipo C.	41
Tabela 3. Resultados dos ensaios de massa específica a 20 °C das amostras de gasolina tipo C.	42

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO E OBJETIVOS	13
2 REVISÃO DE LITERATURA	15
2.1 GASOLINA.....	15
2.2 PROCESSOS DE OBTENÇÃO DA GASOLINA	16
2.3 ESPECIFICAÇÕES DA GASOLINA	17
2.4 ENSAIOS PARA CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DA GASOLINA	18
2.4.1. Cor e Aspecto	18
2.4.2. Massa Específica	19
2.4.3. Teor de Etanol Anidro Combustível (EAC).....	19
2.4.5 Destilação.....	20
2.4.6 Octanagem.....	21
2.4.7 Composição e Teor de Benzeno	22
2.4.8 Teor de Enxofre	22
2.5 O PROGRAMA DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DOS COMBUSTÍVEIS- PMQC.....	22
2.5.1 Boletins da Qualidade dos Combustíveis	23
3 MATERIAIS E MÉTODOS	24
3.1 OBTENÇÃO DAS AMOSTRAS E LABORATÓRIO ONDE FORAM REALIZADOS OS EXPERIMENTOS.....	24
3.2 PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL REALIZADO NAS AMOSTRAS DE GASOLINA C	25
3.2.1 Aspecto e Cor	25
3.2.2 Massa específica a 20 °C.....	26
3.2.3 Teor de etanol	27
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	29
5.1 ANÁLISE DO PERCENTUAL DE NÃO CONFORMIDADE DA GASOLINA COMERCIALIZADA NO BRASIL, REFERENTE AO PERÍODO DE 2002 A 2013	29
5.2 ANÁLISE DO PERCENTUAL DE NÃO CONFORMIDADES DA GASOLINA COMERCIALIZADA NO ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE NO PERÍODO DE 2002 AO PRIMEIRO SEMESTRE DE 2014.	30
6 CONCLUSÃO	43
REFERÊNCIAS	44

1 INTRODUÇÃO E OBJETIVOS

A gasolina é um produto intermediário obtido da destilação do petróleo, contendo hidrocarbonetos de 5 a 12 átomos de carbono, apresentando faixa de ebulição entre 40 e 220 °C. Contém uma centena de diferentes hidrocarbonetos parafínicos, olefínicos, naftênicos e aromáticos, e em menor quantidade compostos de oxigênio, enxofre e nitrogênio (COSTA, 2005 *in*: SOUZA JÚNIOR, 2013).

De acordo com Alves (2006) a gasolina surgiu por volta do ano de 1850, quando diversos processos de refino foram desenvolvidos para o melhor aproveitamento do petróleo. Os primeiros tipos de gasolinas foram produzidos como sub-produtos do processo de obtenção de querosene que era utilizado como combustível para iluminação. Como ainda não tinham sido desenvolvidos os motores de combustão interna, a gasolina não tinha mercado e era descartada. Assim, como a criação do automóvel, surgiu um novo mercado para a gasolina. No início, os motores dos automóveis utilizavam como combustível a fração de gasolina retirada diretamente da torre de destilação. Esse processo sozinho rendia menos de 1 barril de gasolina para cada 15 barris de petróleo processado (ALVES, 2006).

Atualmente a gasolina é também o combustível automotivo mais consumido, tornando necessário o acompanhamento e o controle de qualidade de forma a evitar práticas de adulteração que levam danos ao consumidor, ao governo, por contas de fraudes tributárias e até ao meio ambiente.

No Brasil, compete à Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis – ANP, a missão de proteger os direitos e interesses dos consumidores quanto ao preço, qualidade e oferta de produtos, bem como especificar a qualidade dos derivados de petróleo, gás natural e seus derivados e dos biocombustíveis (ANP, 2014).

As especificações da gasolina e as obrigações quanto ao controle da qualidade a serem atendidas pelos diversos agentes econômicos que comercializem o produto em todo o território nacional estão contidas no Regulamento Técnico ANP N° 3/2013, parte integrante da Resolução ANP N° 40/2013.

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 Materias* (ASMT). De forma a assegurar as especificações, estabelecidas pela lei N° 9.478/1997, a ANP determina valores limites para essas características (ANP, 2014).

Com o intuito de fiscalizar a qualidade dos combustíveis comercializados no Brasil, a ANP criou o Programa de Monitoramento da Qualidade dos Combustíveis Líquidos (PMQC), que em parcerias com Universidades e Centros de Pesquisas, são responsáveis pela verificação da qualidade e identificação de não-conformidades através da realização de ensaios físico-químicos, de acordo com normas técnicas definidas nas resoluções e regulamentos técnicos em vigor. Mensalmente são publicados no *site* da ANP, boletins que contêm os indicadores gerais da qualidade dos combustíveis comercializados no país (ANP, 2014).

Este trabalho tem por objetivo avaliar os indicadores gerais da qualidade da gasolina comercializada no Estado do Rio Grande do Norte, através da análise de Boletins Mensais da Qualidade dos Combustíveis Líquidos Automotivos Brasileiros. E como objetivos específicos coletar e analisar amostras de gasolina tipo C comercializadas nas cidades de Mossoró e Patu no Estado do Rio Grande do Norte e detectar índices de conformidade ou não conformidade, através da comparação dos resultados obtidos com a legislação vigente da ANP, como também, obter conhecimento sobre o uso e aplicação de normas técnicas na caracterização de qualidade de combustíveis.

O presente trabalho visa também, o cumprimento do estágio obrigatório para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Petróleo pela Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA).

2 REVISÃO DE LITERATURA

Bazzo (1995) definiu combustível como toda substância capaz de reagir com o oxigênio e liberar energia térmica. Outra definição bastante interessante é a de Carvalho Júnior e McQuay (2007), que definiram combustíveis como substância química que, ao entrar em contato com um oxidante, pode produzir uma reação exotérmica e liberar energia na forma de calor.

A adulteração dos combustíveis é uma prática comum hoje em dia, principalmente quando se trata da gasolina. A adulteração e fraudes não causam prejuízos apenas aos cofres do governo e as distribuidoras, mas principalmente à sociedade. No Brasil, a adulteração é responsável por 94,69% dos veículos que buscam reparos em oficinas (NASCIMENTO, 2008).

De acordo com Brasil Delgado (2006), a adulteração de combustíveis é um fator que agrava as emissões de poluentes ao meio ambiente. 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 veículos e, definitivamente o funcionamento de sistemas delicados de controle de emissões, como os catalisadores.

Diante disso tornou-se importante à criação de programas, como o Programa de Monitoramento da Qualidade dos Combustíveis Líquidos (PMQC), que trata da qualidade e do suprimento de combustíveis no mercado nacional e o Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores (PROCONVE), uma das medidas tomadas no Brasil para redução dos problemas ambientais causados pela emissão de gases por esses veículos.

2.1 GASOLINA

A gasolina é um derivado de petróleo, líquido volátil e inflamável, constituído por uma mistura complexa de hidrocarbonetos parafínicos, naftênicos, olefínicos e aromáticos, que é utilizado como combustível, extensivamente na combustão interna de motores. Além destes hidrocarbonetos, a gasolina apresenta ainda pequenas quantidades de enxofre, oxigênio e traços de nitrogênio (MENDES, 2012).

Originalmente, a gasolina era um produto indesejado no refinamento do petróleo. As refinarias, que estavam interessadas principalmente no querosene, desprezavam toda a gasolina obtida. Com o advento dos motores de combustão, a gasolina foi logo eleita a melhor

opção como combustível, devido a algumas de suas características, como alta energia de combustão, alta volatilidade e sua compressibilidade. Com a evolução da indústria automobilística, as gasolinas passaram a sofrer modificações em suas composições para adequação aos motores à explosão, que foram continuamente projetados para adquirirem maior potência e desempenho.

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 gasolina sintética representa mais de 50% do volume comercializado como combustível para veículos automotores (SHEREVE, 1990).

Hoje no Brasil, a gasolina disponibilizada para o consumidor final e comercializada pelos postos revendedores é, aquela que possui compostos oxigenados, em sua composição (BRASIL DELGADO, 2006).

2.2 PROCESSOS DE OBTENÇÃO DA GASOLINA

De acordo com Mendes (2012), a destilação é a primeira etapa envolvida no processamento do petróleo bruto para a obtenção da gasolina. O óleo pré-aquecido entra na coluna ou torre de fracionamento que possui uma série de pratos. O petróleo aquecido sobe pela coluna e à medida que vai passando pelos pratos sofre condensação, separando-se em diversas frações, como gás natural, gasolina, diesel, querosene, nafta, entre outros. Para aumentar o rendimento dessa extração outros processos como craqueamento, alquilação, polimerização e isomerização, respectivamente, foram desenvolvidos.

Alves (2006) explica alguns processos de obtenção da gasolina da seguinte forma:

Craqueamento

Este processo consiste em provocar a “ruptura” ou “quebra” das moléculas de hidrocarbonetos de alto ponto de ebulição para produzir outro de menor ponto de ebulição na faixa da gasolina. Pode-se utilizar o processo térmico ou catalítico. O craqueamento catalítico, usado modernamente permite o uso de pressões mais baixas do que o craqueamento térmico. A gasolina de craqueamento catalítico constitui um excelente componente para mistura final, pois tem elevado índice de octano. Os hidrocarbonetos parafínicos e naftênicos da carga de alimentação, de baixa octanagem, são convertidos em sua maioria em olefinas e aromáticos de alto índice de octano. As gasolinas de craqueamento catalítico possuem índices de octano na ordem de 92 a 94, antes da adição de antidetonante. Possuem uma suscetibilidade razoável ao chumbo tetraetila (CTE) aumentando seu índice de octanagem de 5 a 7 unidades, com a adição de 0,8ml/l desse composto, mas a sua adição não é mais permitida na maioria dos países, inclusive no Brasil.

Alquilação

Neste processo são produzidos hidrocarbonetos de cadeia maior partindo de outros menores, isto é, líquidos na faixa da gasolina a partir de gases de refinaria são obtidos.

Isomerização

Converte hidrocarbonetos de cadeia linear em seus isômeros de cadeia ramificada. O composto sofre uma reestruturação sem alterar seu peso molecular. Assim, o heptano normal que tem índice de octano zero (um dos padrões na escala de índice de octano) pode ser isomerizado dando uma mistura de iso-heptanos, algum dos quais possuindo índice de octano superior a 100.

2.3 ESPECIFICAÇÕES DA GASOLINA

A Resolução ANP Nº 40, DE 25.10.2013 - DOU 28.10.2013, tem como objetivo regular as especificações das gasolinas de uso automotivo, consoante às disposições contidas no Regulamento Técnico Nº 3/2013, parte integrante desta Resolução, e as obrigações quanto

ao controle da qualidade a serem atendidas pelos diversos agentes econômicos que comercializam o produto em todo o território nacional.

O Art. 2º, incisos I e II, dessa Resolução, estabelece que as gasolinas automotivas classificam-se em: gasolina 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, isentos de componentes oxigenados; e gasolina C - combustível obtido da mistura de gasolina A e etanol anidro combustível, nas proporções definidas pela legislação em vigor.

As amostras de gasolina caracterizadas nesta pesquisa são do Tipo C. A Gasolina Tipo C é aquela disponível no mercado sendo comercializada nos postos revendedores.

A Portaria do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento - MAPA Nº 105/2013 (DOU de 01/03/2013) fixou em vinte e cinco por cento, o percentual obrigatório de adição de etanol anidro combustível à gasolina, a partir da zero hora do dia 1º de maio de 2013.

De acordo com Souza Junior (2013), os parâmetros contidos no Regulamento Técnico ANP Nº 3/2013 que considerados regulares na caracterização da gasolina são: aspecto e cor; massa específica a 20°C; destilação; octanagem; composição (% de aromáticos, % de saturados, e % de olefínicos); teor de benzeno e teor de etanol anidro combustível.

2.4 ENSAIOS PARA CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DA GASOLINA

Os ensaios físico-químicos, utilizados para avaliar as características da gasolina estão descritos a seguir.

2.4.1. Cor e Aspecto

O ensaio da cor é realizado de forma visual, com o objetivo de indicar a tonalidade das amostras de gasolina. De acordo com as especificações atualmente vigentes, a gasolina A deve apresentar-se de incolor a amarelada e isenta de corantes, já a gasolina tipo C, deve se apresentar de incolor a amarelada, ser isenta de corante, cuja utilização é permitida, no teor máximo de 50 ppm, com exceção da cor azul, restrita à gasolina de aviação.

O aspecto é um teste que fornece uma indicação visual da qualidade e de possível contaminação da gasolina. A gasolina deve apresentar-se límpida e isenta de impurezas.

Água, poeira, ferrugem, etc, quando presentes na gasolina, alteram sua cor e aspecto e podem reduzir a vida útil dos filtros de combustível dos veículos e prejudicar o funcionamento dos motores (GIBBS, 1994).

2.4.2. Massa Específica

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. É determinada segundo as normas ASTM D 1298, ASTM D 4052 ou NBR 7148.

As refinarias realizam este teste normalmente em todas as gasolinas nacionais, pois o valor da densidade é utilizado para converter o volume do produto, medido a uma temperatura ambiente qualquer, para o volume a 20°C, e que é considerado para efeito de faturamento.

A aparelhagem utilizada para realização do ensaio de acordo com a Norma ASTM D 4052 deve conter os seguintes componentes: analisador de densidade digital; banho circulante de temperatura constante; seringas de no mínimo 2 mL; 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°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.

Os materiais utilizados para realização do ensaio de acordo com a Norma ASTM D 1298 são: densímetro de vidro com escala apropriada para análise de gasolina, proveta de 500 mL e termômetro.

2.4.3. Teor de Etanol Anidro Combustível (EAC)

A determinação do teor de etanol anidro combustível (AEAC) na gasolina é realizada conforme a norma NBR 13992.

O ensaio proposto pelo Regulamento Técnico ANP N° 03/2013 é o teste da proveta, que consiste da adição de um volume conhecido de solução aquosa salina à gasolina, o que 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).

Segundo Santos (2008) o teor de álcool na gasolina tem influencia direta desde a qualidade do funcionamento do motor até as emissões de gases causadores do efeito estufa.

2.4.5 Destilação

É um processo caracterizado por uma dupla mudança de estado físico, em que uma substância, inicialmente no estado líquido, é aquecida até atingir a temperatura de ebulição, transformando-se em vapor, e novamente resfriada até que toda a massa retorne ao estado líquido.

As características de volatilidade dos hidrocarbonetos têm sempre um importante efeito na sua segurança e no seu desempenho, especialmente nos casos de combustíveis e solventes. A faixa de ebulição dá informações da composição, das propriedades e do comportamento do combustível durante a estocagem e uso. A volatilidade é a principal determinante da tendência de uma mistura de hidrocarbonetos de produzir vapores potencialmente explosivos. Ela afeta a partida, o aquecimento do motor, e a tendência de tamponamento por vapor à alta temperatura de operação ou à alta altitude, ou ambas.

De acordo com Brasil Delgado (2006), a presença de componentes de alto ponto de ebulição na gasolina pode afetar de modo significativo o nível de formação de depósitos sólidos na combustão.

O ensaio de destilação na gasolina é realizado de acordo as Normas ASTM D 86 e NBR 9619. Esse método de teste é usado em laboratório para determinar quantitativamente a faixa de ebulição característica de produtos como gasolinas naturais, destilados leves e médios, combustíveis automotivos de motor por ignição à centelha, gasolinas de aviação, combustíveis de turbina de aviação, óleo diesel com baixo e regular teor de enxofre 1-D e 2-D, solventes especiais de petróleo, naftas, aguarrás, querosenes e óleos combustíveis (graus 1 e 2). O método não é aplicável a produtos contendo quantidade apreciável de material residual. Pode ser realizado tanto em instrumentos manuais quanto automáticos, entretanto, o procedimento manual deve ser considerado como sendo o método de teste de referência.

De acordo com a Norma ASTM D 86, os componentes básicos de um destilador são o frasco de destilação, o condensador e banho de resfriamento associado, a proteção de metal ou

anteparo para o frasco de destilação, a fonte de aquecimento, o suporte do frasco, o dispositivo medidor de temperatura e o cilindro coletor para coleta do destilado. Em adição aos componentes básicos, destiladores automáticos, também são equipados com um sistema para medida e registro automático da temperatura e os volumes recuperados associados no cilindro coletor.

Para realização do ensaio, a gasolina a ser destilada, é colocada em um balão específico e registram-se as temperaturas nas quais as várias porcentagens destilam, obtendo-se uma curva de destilação.

2.4.6 Octanagem

A octanagem 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. Ela mede a capacidade da gasolina resistir à detonação espontânea ou "batida de pino".

A indústria do petróleo classifica a gasolina em comparação com a eficiência do n-heptano, que recebe arbitrariamente, o número de octanas zero, e com a do 2,2,4-trimetil pentano (iso-octano) que recebe o número de octanas 100 (ALLINGER *et al*, 1978). Portanto, uma gasolina terá uma octanagem igual a 80 se, durante o teste, apresentar a mesma resistência à detonação apresentada por uma mistura que contém 80% em volume de isooctano e 20% em volume de n-heptano. O teste é feito em motores especiais, monocilíndricos, de razão de compressão variável, equipados com instrumentação necessária e montados em bases estacionárias.

A octanagem da gasolina é medida pelos seguintes métodos:

- Método MON (*Motor Octane Number*): 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);
- Método RON (*Research Octane Number*): 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).
- Índice Anti-Detonante (IAD): calculado pela média entre os dois métodos $(MON + RON)/2$, indica a capacidade da gasolina em resistir a detonação.

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.

2.4.8 Teor de Enxofre

O enxofre é um elemento indesejável em qualquer combustível em função da ação corrosiva de seus compostos. Devido à condensação de umidade, os óxidos de enxofre SO_2 e SO_3 , formados durante a combustão da gasolina, podem levar à formação dos ácidos sulfurosos e sulfúricos, que promovem desgastes e corrosão de partes do motor e sistema de exaustão (GIBBS, 1994), além de caírem na terra em forma de chuva ácida. Esses óxidos, além de serem tóxicos, liberam odores desagradáveis.

De acordo com a legislação atual, o teste para determinação do teor de enxofre (S) em produtos de petróleo pode ser realizado segundo as normas ASTM D 2622, ASTM D 3120, ASTM D 5453, ASTM D 6920, ASTM D 7039 e ASTM D 7220.

2.5 O PROGRAMA DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DOS COMBUSTÍVEIS (PMQC)

Segundo a ANP (2014), o Programa de Monitoramento da Qualidade dos Combustíveis (PMQC) foi criado, visando atender ao disposto no artigo 8º da Lei Nº 9.478/1997, em particular os incisos que tratam da garantia da qualidade e do suprimento de combustíveis ao mercado nacional, onde, o PMQC foi regulamentado pela Resolução ANP Nº 29, de 26 de Setembro de 2006, e é atualmente regido pela Resolução ANP Nº 8, de 9 de fevereiro de 2011.

O PMQC tem como objetivos principais:

- a) realizar o levantamento dos indicadores gerais da qualidade dos combustíveis comercializados no País;
- b) identificar focos de não conformidade, visando orientar e aperfeiçoar a atuação da área de fiscalização da Agência, a Superintendência de Fiscalização do Abastecimento – SFI;
- c) gerar subsídios para ações dos Ministérios Públicos, Procons e Secretarias de Fazenda que firmam convênios com a ANP;
- d) disseminar a cultura da qualidade dos combustíveis, proporcionando o desenvolvimento tecnológico do setor de petróleo, gás natural e biocombustíveis;
- e) formação de mão de obra especializada.

As amostras coletadas no âmbito do Programa correspondem ao universo de postos revendedores de cada estado, que são divididos em regiões com um número semelhante de postos. Os postos revendedores são selecionados com base em sorteios aleatórios, realizados pela instituição de ensino ou centro de pesquisa contratada para efetuar a coleta e análise de amostras de gasolina, etanol, óleo diesel e biodiesel. Para o desenvolvimento do programa PMQC, a ANP conta com a participação de laboratórios, que, em conjunto com Centro de Pesquisas e Análises Tecnológicas (CPT-ANP), realizam o monitoramento da qualidade em todo o território nacional (ANP, 2014).

De acordo com Souza Júnior (2013), um fator importante e que gera credibilidade ao programa é o fato de tais instituições serem contratadas respeitando o processo licitatório vigente no país. Sendo, portanto legal e democrática a concorrência de instituições interessadas em participar do PMQC.

2.5.1 Boletins da Qualidade dos Combustíveis

Os boletins da qualidade dos combustíveis são publicados mensalmente no *site* da ANP, desde o ano de 2002. Esses boletins apresentam os indicadores gerais da qualidade dos combustíveis comercializados nacionalmente identificando, dentre outras coisas, resultados de não conformidades apresentados nos ensaios de caracterização físico-química realizados em amostras de gasolina, óleo diesel e etanol hidratado que são coletadas em todo o país. Esses resultados são utilizados na orientação da atuação da Superintendência de Fiscalização do Abastecimento (SFI) da ANP e também servem de orientação para ações dos PROCONS e Ministérios Públicos.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo teve como base a avaliação dos indicadores gerais da qualidade da gasolina comercializada no Estado do Rio Grande do Norte no período de 2002 até o primeiro semestre de 2014, através de Boletins Mensais de Qualidade dos Combustíveis Líquidos Automotivos Brasileiros publicados no *site* da ANP. Para realização desse trabalho, a gasolina foi escolhida por ser considerada entre todos os tipos de combustíveis, a de maior demanda no país.

Foi realizada ainda análise de 2 (duas) amostra de gasolina tipo C, comercializadas no Estado do Rio Grande do Norte, com o propósito de obter conhecimento na aplicação das normas técnicas utilizadas na caracterização físico-química de combustíveis e de fazer uma comparação dos resultados obtidos nas análises com as especificações estabelecidas pela ANP.

3.1 OBTENÇÃO DAS AMOSTRAS E LABORATÓRIO ONDE FORAM REALIZADOS OS EXPERIMENTOS

Foram obtidas 2 amostras de gasolina C coletadas em postos revendedores dos município de Mossoró-RN e Patu-RN. A escolha dos postos e dos municípios não seguiu nenhum critério especial, ou seja, os mesmos foram escolhidos apenas por facilitar a logística do trabalho.

Foram obtidos 1 (um) litro de gasolina em cada posto, diretamente nas bombas. As amostras foram coletadas no mês de Janeiro/2015 e foram devidamente rotuladas e enumeradas de 1 a 2, identificando apenas a cidade onde foi realizada a coleta, como forma de evitar a identificação do fornecedor, já que este trabalho não tem o objetivo de gerar polêmica sobre a qualidade das amostras que estão sendo comercializadas pelos mesmos.

As amostras foram armazenadas em recipientes apropriados, material disponível no Laboratório de Geologia e Combustíveis, onde após sua coleta foram levadas imediatamente para análise sem que assim houvesse perda de suas propriedades físico-químicas.

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).

3.2 PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL REALIZADO NAS AMOSTRAS DE GASOLINA C

As amostras de gasolina foram analisadas através das 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 UFRSA.

3.2.1 Aspecto e Cor

Essa 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.

Figura 1. Ensaio para a determinação do aspecto e cor das amostras de gasolina.



Fonte: elaboração própria (janeiro de 2015).

3.2.2 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 3mL.

No procedimento de ensaio, primeiramente foi realizada a limpeza do tubo do densímetro com acetona, seguida da calibração 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 foram realizada diretamente no visor do equipamento a 20 °C.

Figura 2. Densímetro digital de bancada utilizado na determinação da massa específica das amostras de gasolina.



Fonte: elaboração própria (janeiro de 2015).

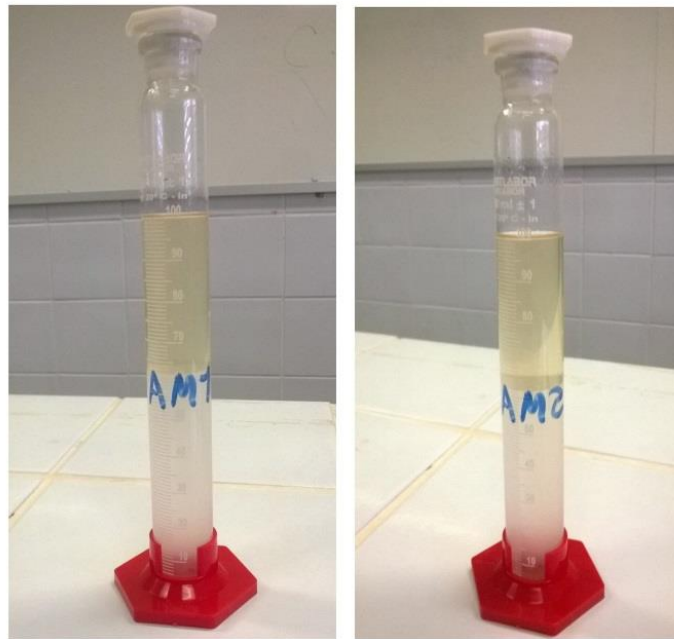
3.2.3 Teor de etanol

A análise do teor de etanol anidro combustível (EAC) na gasolina foi realizada de acordo com a Norma NBR 13992, utilizando uma proveta volumétrica de 100 mL, com boca esmerilhada e tampa. No procedimento foi colocado 50 mL da amostra de gasolina na proveta previamente limpa, desengordurada e seca e, em seguida adicionou-se 50 mL de uma solução de NaCl (10% m/v). 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 3), de acordo com a Equação 1:

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

Em que A = volume final da camada aquosa (mL).

Figura 3. Ensaio para determinação do teor de etanol das amostras de gasolina.



Fonte: elaboração própria (janeiro de 2015).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

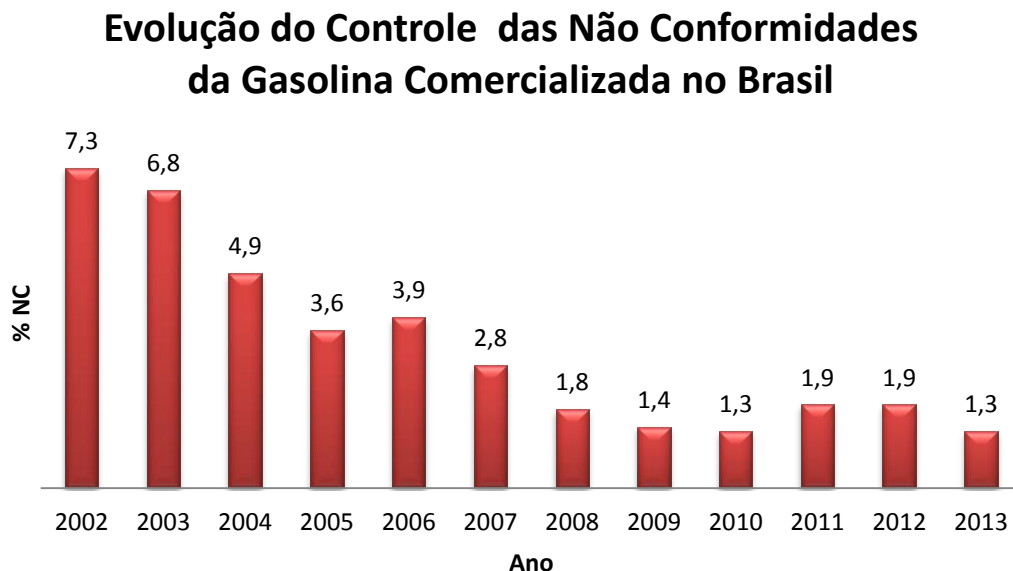
5.1 ANÁLISE DO PERCENTUAL DE NÃO CONFORMIDADE DA GASOLINA COMERCIALIZADA NO BRASIL, REFERENTE AO PERÍODO DE 2002 AO PRIMEIRO SEMESTRE DE 2014

Com relação aos resultados obtidos decorrentes da coleta e caracterização físico-química realizada em amostras de gasolina comercializadas no Brasil, os Boletins Mensais da Qualidade dos Combustíveis no período de 2002 a 2013, revelam que ocorreu de forma geral diminuição dos índices de não conformidades (Gráfico 1). Essa diminuição dos índices de não conformidades pode ser atribuída basicamente ao desenvolvimento do PMQC que de acordo com a ANP (2014) orienta e ajuda a melhoria no planejamento das ações de fiscalização, tanto da ANP quanto dos órgãos conveniados.

É importante destacar que a redução do índice de não conformidades em geral ocorreu de forma acentuada no período de 2002 a 2008, com pequeno aumento no ano de 2006. A partir do ano de 2008 verificou-se uma tendência de queda dos índices, porém, no período de 2011 e 2012, houve um aumento em relação aos anos anteriores, e estes índices voltaram a mostrar redução em 2013.

Através do percentual de não conformidade obtido no primeiro semestre de 2014, que foi de 1,6%, é esperado que para o referido ano o índice de não conformidades apresente pequeno aumento em relação ao ano de 2013 mais se mantenha abaixo dos períodos de 2011 e 2012.

Gráfico 1. Evolução do Controle das Não Conformidades da Gasolina Comercializada no Brasil.



Fonte: elaboração própria baseada nos Boletins Mensais da Qualidade dos Combustíveis – ANP (2002 a 2013).

5.2. ANÁLISE DO PERCENTUAL DE NÃO CONFORMIDADES DA GASOLINA COMERCIALIZADA NO ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE NO PERÍODO DE 2002 AO PRIMEIRO SEMESTRE DE 2014.

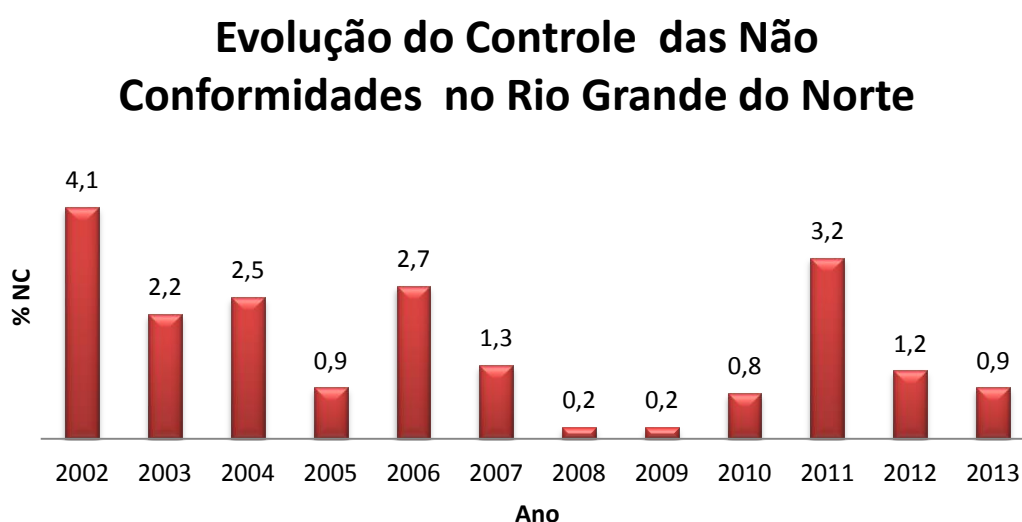
A instituição responsável pela coleta e análise das amostras no estado do Rio Grande do Norte é a Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN) através do Instituto de Química.

De acordo com os resultados obtidos da caracterização físico-química realizada em amostras de gasolina comercializadas no Rio Grande do Norte, os Boletins Mensais da Qualidade dos Combustíveis revelam um gráfico em que de uma forma geral mostra que os índices de não conformidades apresentados de 2003 a 2013 foram mais baixos que o índice apresentado em 2002, porém ocorreram várias oscilações nesse período. Pode-se afirmar que no período de 2007 e 2008, a gasolina comercializada no Estado do Rio Grande do Norte, apresentou os menores índices de não conformidade, fato confirmado também por Souza Júnior (2013), porém em 2011 ocorreu um pico acentuado (3,2%) no crescimento das não

conformidades, registrando o segundo maior índice do período avaliado. Verifica-se ainda que a partir de 2011, ocorreu uma diminuição nesses índices, o que denota um controle das não conformidades no Estado a partir desse mesmo ano.

No primeiro semestre de 2014, o percentual de não conformidades apresentado pelas amostras de gasolina foi de 0,97%, fato que reforça a ideia de um controle dos índices de não conformidades a partir do ano de 2011.

Gráfico 2. Evolução do Controle das Não Conformidades da Gasolina Comercializada no Rio Grande do Norte.

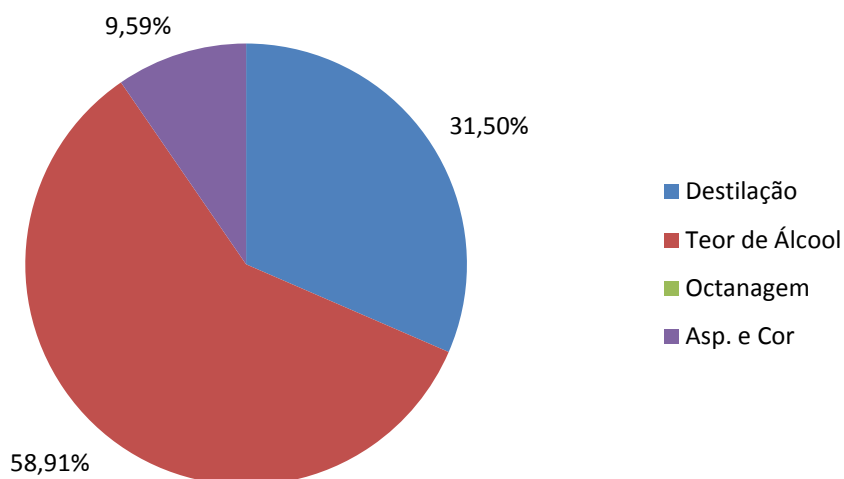


Fonte: elaboração própria baseada nos Boletins Mensais da Qualidade dos Combustíveis – ANP (2002 a 2013).

Os gráficos 3 a 15, apresentam o percentual de não conformidades por tipo, observadas na caracterização físico-química realizada nas amostras de gasolina comercializadas no Estado do Rio Grande do Norte, no período de 2002 a 2013 e no primeiro semestre de 2014.

Gráfico 3. Não Conformidades apresentadas pelas amostras de gasolina no ano de 2002.

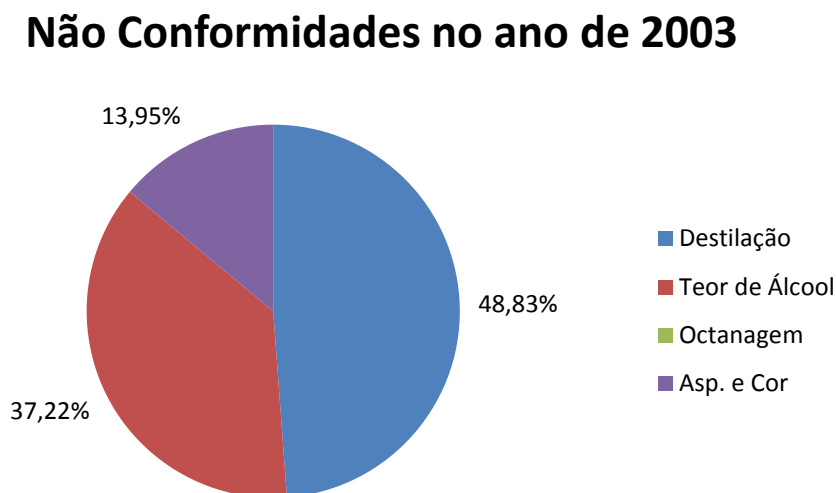
Não Conformidades no ano de 2002



Fonte: elaboração própria baseada nos Boletins Mensais da Qualidade dos Combustíveis – ANP (2002).

No ano de 2002, foram coletadas 1774 amostras de gasolina, das quais 73 apresentaram resultados em não-conformidade com as especificações da ANP. O maior percentual de não conformidade foi apresentado pelo ensaio de teor de etanol (58,91%), seguido do ensaio de destilação (31,50%) e do aspecto e cor (9,59%).

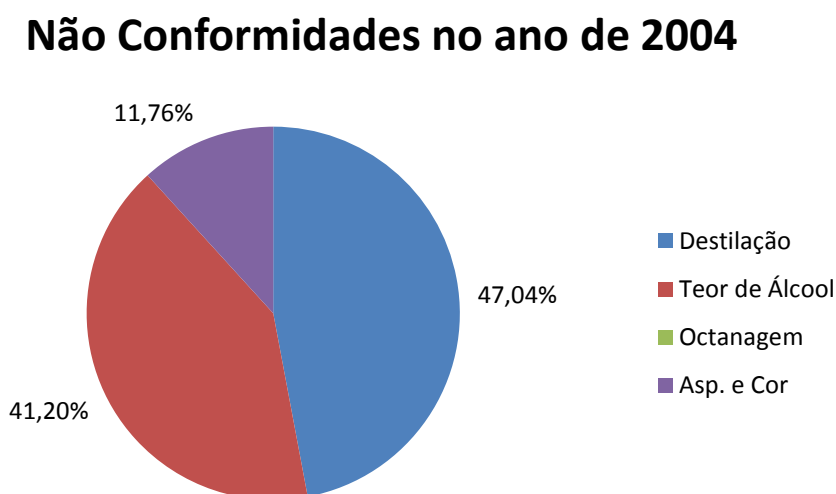
Gráfico 4. Não Conformidades apresentadas pelas amostras de gasolina no ano de 2003.



Fonte: elaboração própria baseada nos Boletins Mensais da Qualidade dos Combustíveis – ANP (2003).

Das 1982 amostras coletadas no ano de 2003, 43 apresentaram resultados em não conformidade. O ensaio que mais apresentou não conformidades foi à destilação (48,83%), seguido do teor de etanol (37,22%) e do aspecto e cor (13,95%).

Gráfico 5. Não Conformidades apresentadas pelas amostras de gasolina no ano de 2004.

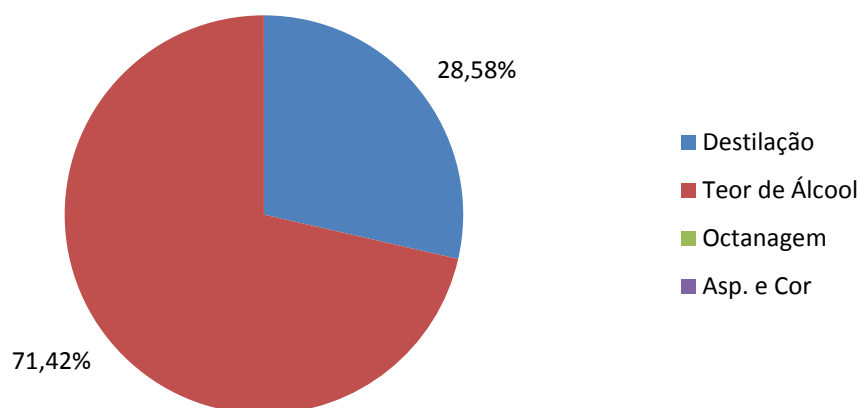


Fonte: elaboração própria baseada nos Boletins Mensais da Qualidade dos Combustíveis – ANP (2004).

No ano de 2004, foram coletadas 2065 amostras. Entre as amostras analisadas, 51 apresentaram resultados em não conformidades, sendo 47,04% na destilação, 41,20% no teor de etanol e 11,76% no aspecto e cor.

Gráfico 6. Não Conformidades apresentadas pelas amostras de gasolina no ano de 2005.

Não Conformidades no ano de 2005

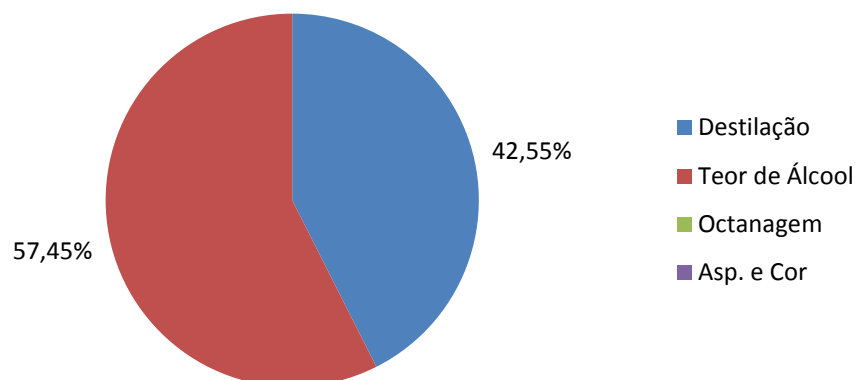


Fonte: elaboração própria baseada nos Boletins Mensais da Qualidade dos Combustíveis – ANP (2005).

No ano de 2005, foram coletadas 2216 amostras, das quais 21 em não conformidade com as especificações da ANP. O ensaio que mais apresentou não conformidades foi o teor de etanol (71,42%), seguido da destilação (28,58%).

Gráfico 7. Não Conformidades apresentadas pelas amostras de gasolina no ano de 2006.

Não Conformidades no ano de 2006

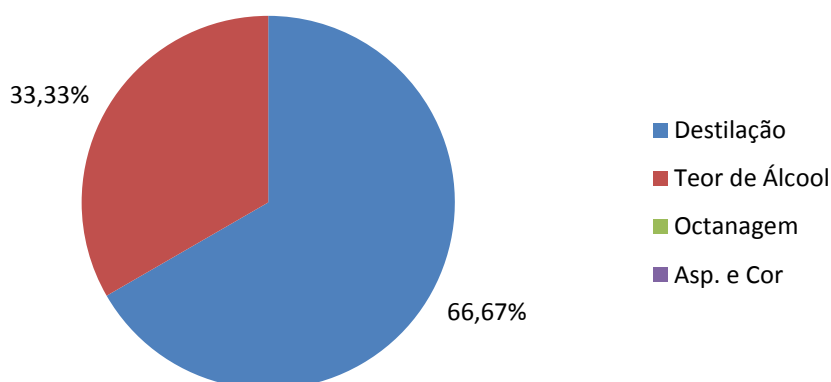


Fonte: elaboração própria baseada nos Boletins Mensais da Qualidade dos Combustíveis – ANP (2006).

Entre as 1764 amostras coletadas em 2006, 47 apresentaram resultados em não conformidade. O ensaio que apresentou maior percentual de não conformidade foi o teor de etanol (57,45%), seguido da destilação (42,55%).

Gráfico 8. Não Conformidades apresentadas pelas amostras de gasolina no ano de 2007.

Não Conformidades no ano de 2007

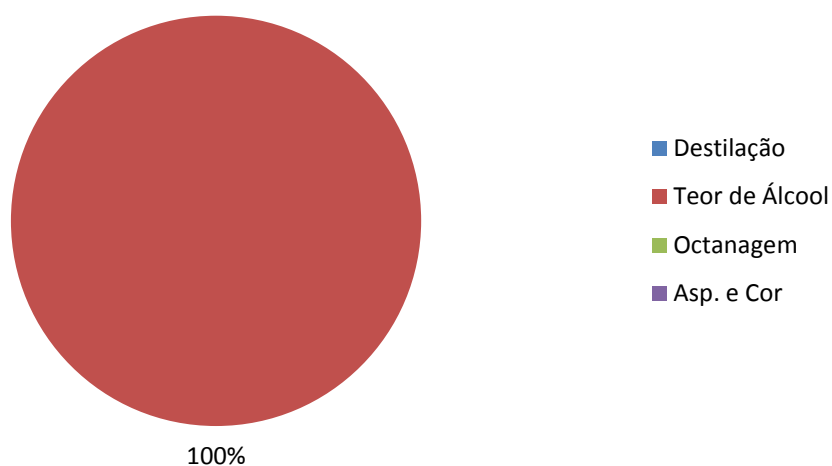


Fonte: elaboração própria baseada nos Boletins Mensais da Qualidade dos Combustíveis – ANP (2007).

Foram coletadas no ano de 2007 um total de 1356 amostras. Entre as amostras coletadas e analisadas 66,67% apresentaram resultados de não conformidade na destilação e 33,33% no teor de etanol.

Gráfico 9. Não Conformidades apresentadas pelas amostras de gasolina no ano de 2008.

Não Conformidades no ano de 2008

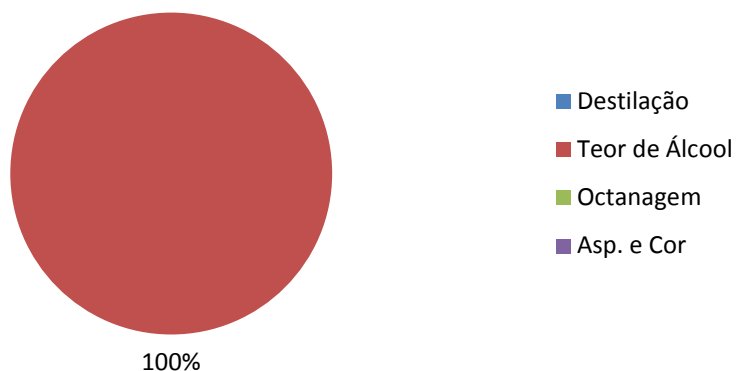


Fonte: elaboração própria baseada nos Boletins Mensais da Qualidade dos Combustíveis – ANP (2008).

No ano de 2008, foram coletadas 1419 amostras, entre as quais 3 apresentaram não conformidade no teor de etanol.

Gráfico 10. Não Conformidades apresentadas pelas amostras de gasolina no ano de 2009.

Não Conformidades no ano de 2009

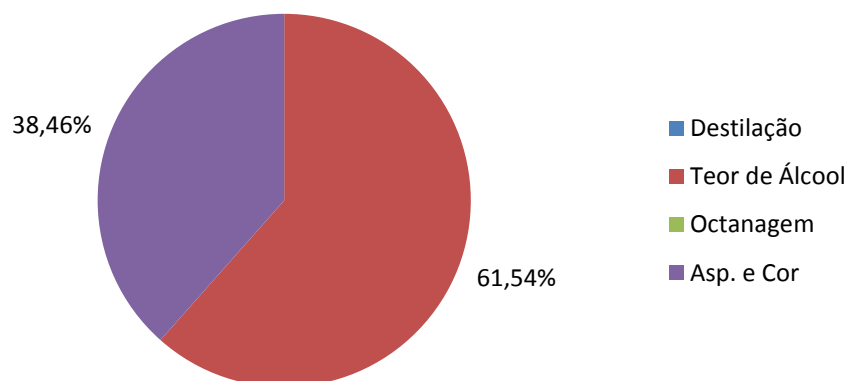


Fonte: elaboração própria baseada nos Boletins Mensais da Qualidade dos Combustíveis – ANP (2009).

No ano de 2009, foram coletadas 1536 amostras, e apenas 3 apresentaram não conformidade no teor de etanol.

Gráfico 11. Não Conformidades apresentadas pelas amostras de gasolina no ano de 2010.

Não Conformidades no ano de 2010

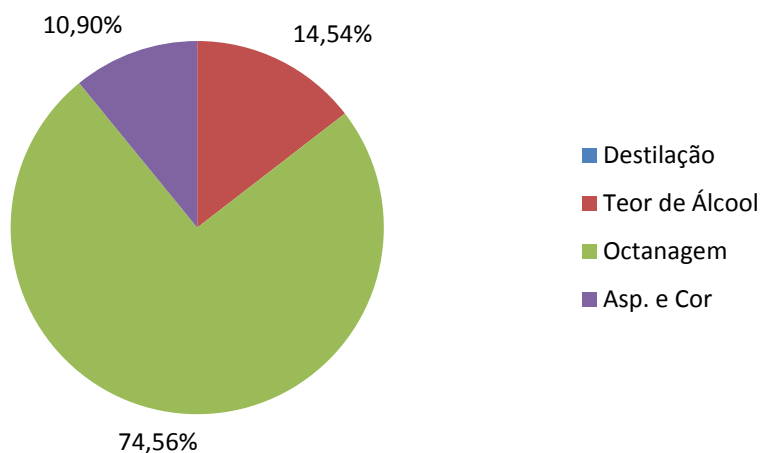


Fonte: elaboração própria baseada nos Boletins Mensais da Qualidade dos Combustíveis – ANP (2010).

Em 2010, foram coletadas 1584 amostras de gasolina. Entre as amostras coletadas 13 apresentaram não conformidade, sendo 61,54% no teor de etanol e 38,46% no aspecto e cor.

Gráfico 12. Não Conformidades apresentadas pelas amostras de gasolina no ano de 2011.

Não Conformidades no ano de 2011



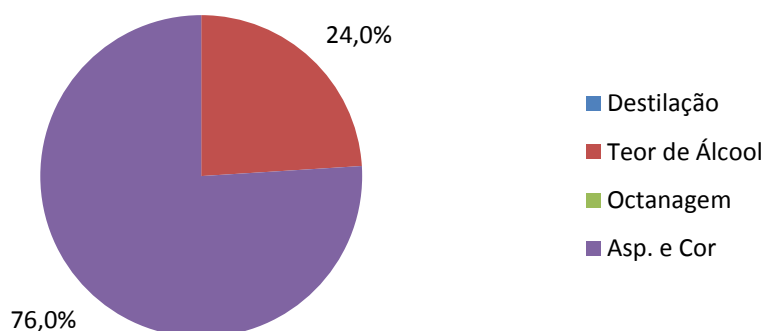
Fonte: elaboração própria baseada nos Boletins Mensais da Qualidade dos Combustíveis – ANP (ano de 2011).

Em 2011, foram coletadas 1728 amostras, das quais 55 apresentaram resultados não conformes com as especificações da ANP. O ensaio que apresentou maior índice de não conformidade foi a octanagem (74,56%), seguido do teor de etanol (14,54%) e do aspecto e cor (10,90%).

A análise dos Boletins Mensais revelou o aparecimento de não conformidade na octanagem nesse ano. Foi verificado o aparecimento de não conformidades nesse mesmo período em relação à octanagem em outras regiões do nordeste como Alagoas, Bahia e Pernambuco.

Gráfico 13. Não Conformidades apresentadas pelas amostras de gasolina no ano de 2012.

Não Conformidades no ano de 2012

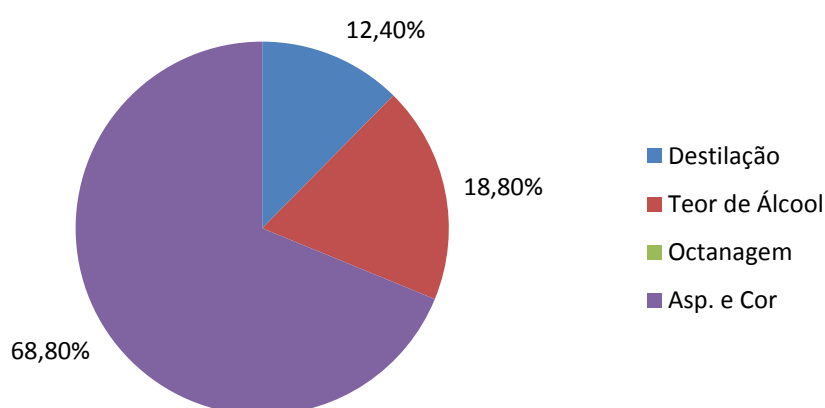


Fonte: elaboração própria baseada nos Boletins Mensais da Qualidade dos Combustíveis – ANP (2012).

No ano de 2012, foram coletadas 1710 amostras, entre as quais 21 em não conformidade. Os ensaios que apresentaram maiores índices de não conformidade foram aspecto e cor (76,0%) e o teor de etanol (24,0%)

Gráfico 14. Não Conformidades apresentadas pelas amostras de gasolina no ano de 2013.

Não Conformidades no ano de 2013



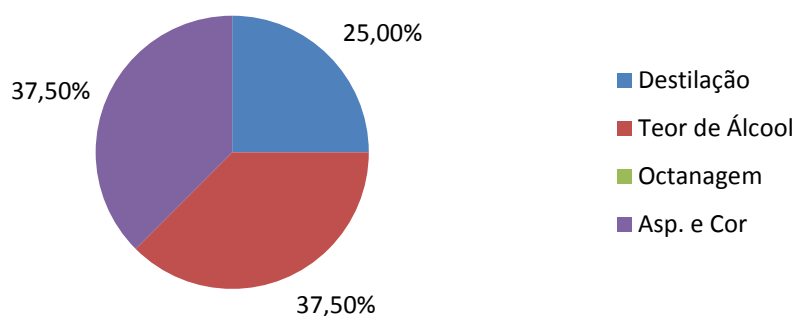
Fonte: elaboração própria baseada nos Boletins Mensais da Qualidade dos Combustíveis – ANP (2013).

No ano de 2013, foram coletadas 1728 amostras, entre as quais 16 em não conformidade, sendo 68,80% no aspecto e cor, 18,80% no teor de etanol e 12,40% na destilação.

Como até o momento a ANP não disponibilizou todos os boletins referentes ao ano de 2014, foi realizado o levantamento das não conformidades apenas do primeiro semestre desse ano.

Gráfico 15. Não Conformidades apresentadas pelas amostras de gasolina no primeiro semestre de 2014

Não Conformidades no primeiro semestre de 2014



Fonte: elaboração própria baseada nos Boletins Mensais da Qualidade dos Combustíveis – ANP (2014).

No primeiro semestre de 2014, foram coletadas 822 amostras e observadas 8 não conformidades. Do total de não conformidades, 37,50% no teor de etanol, 37,50% no aspecto e cor e 25% na destilação.

De acordo a avaliação realizada nos Boletins de qualidade da gasolina comercializada no Rio Grande do Norte, e com base nos gráficos de não conformidades apresentados, no período compreendido entre o ano de 2002 e o primeiro semestre de 2014, as não conformidades observadas nas amostras de gasolina ocorreram principalmente no ensaio do

teor de etanol, na destilação e no aspecto e cor, em ordem decrescente. Apenas no ano de 2011, foram observadas amostras que apresentaram não conformidades no ensaio de octanagem.

5.3. RESULTADOS OBTIDOS NA CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA REALIZADA NAS AMOSTRAS DE GASOLINA C COLETADAS NOS MUNICÍPIOS DE MOSSORÓ E PATU, RIO GRANDE DO NORTE

Os resultados obtidos na caracterização físico-química das amostras de gasolina C, coletadas em postos revendedores dos municípios de Mossoró e Patu, estão expressos nas tabelas 1 a 3. Esses resultados foram comparados com as especificações da gasolina estabelecidas no Regulamento Técnico nº 3/2013, parte da Resolução ANP Nº 40/2013 em vigor atualmente.

Tabela 1. Resultados dos ensaios de cor e aspecto das amostras de gasolina tipo C.

AMOSTRAS	COR	ASPECTO
Amostra 1	Amarelo	Límpido e isento de impurezas
Amostra 2	Amarelo	Límpido e isento de impurezas

Visualmente as amostras analisadas apresentaram coloração e aspecto em conformidade com as especificações atuais, que estabelece que amostras de gasolina C devem se apresentar de incolor a amarela se isenta de corante e com aspecto límpido e isento de impurezas.

Tabela 2: Resultados dos ensaios de teor de EAC das amostras de gasolina tipo C.

AMOSTRAS	TEOR DE ÁLCOOL (%)
Amostra 1	25
Amostra 2	25

Os resultados obtidos e apresentados na Tabela 2 indicaram que as amostras analisadas possuem 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 dos ensaios de massa específica a 20 °C das amostras de gasolina tipo C.

AMOSTRAS	MASSA ESPECÍFICA (kg/m ³)
Amostra 1	738,4
Amostra 2	744,7

A massa específica é uma característica da gasolina sem limites definidos pela legislação em vigor, entretanto, de acordo com TAKESHITA (2006), amostras de gasolina conformes apresentaram resultados variando entre 720 a 780 kg/m³. Portanto de acordo com os resultados apresentados na Tabela 3, considera-se que as amostras analisadas estão em conformidade com legislação vigente.

6 CONCLUSÃO

Os Boletins da Qualidade dos Combustíveis referentes ao período de 2002 ao primeiro semestre de 2014 analisados, revelam que ocorreu de forma geral uma diminuição dos índices de não conformidades no Brasil, e essa diminuição ocorreu de forma acentuada no período de 2002 a 2008, o que pode ser atribuído basicamente ao desenvolvimento do Programa de Monitoramento da Qualidade dos Combustíveis.

Com relação à análise realizada nos Boletins Mensais do Estado do Rio Grande do Norte (2002 ao primeiro semestre de 2014), percebeu-se que no período de 2007 e 2008, a gasolina comercializada no Estado do Rio Grande do Norte, apresentou os menores índices de não conformidade e a partir de 2011, ocorreu uma diminuição nesses índices, o que denota um controle das não conformidades no Estado. Com base na avaliação realizada sobre os tipos de não conformidade, observou-se que os ensaios que apresentaram maiores percentuais em ordem decrescente foram teor de etanol, destilação e aspecto e cor,

Quanto ao Programa de Monitoramento da Qualidade dos Combustíveis (PMQC), pode-se concluir que a sua criação e implantação foi de fundamental importância para o controle e verificação da qualidade da gasolina comercializada em território nacional, ressaltando que desde o início do programa ocorreu uma diminuição acentuada nos índices de não conformidades no Brasil, o que é de grande interesse para os consumidores finais.

Através das análises realizadas nas amostras de gasolina coletadas nos municípios de Mossoró e Patu, foi possível adquirir conhecimento sobre o uso e aplicação de normas técnicas na caracterização de qualidade de combustíveis, já que as normas que atendem ao ensaio de aspecto, cor e massa específica da gasolina são também aplicadas na análise de óleo diesel e etanol hidratado.

As amostras de gasolina C analisadas estão em conformidade com as especificações da legislação em vigor em todas as características avaliadas. Vale ressaltar que o presente trabalho não teve o propósito de gerar polêmica sobre a qualidade das amostras em questão.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEL. RESOLUÇÃO ANP Nº 40/2013. Brasília, DF: Diário Oficial 25.10.2013.

AGÊNCIA NACIONAL DE PETRÓLO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEL. **Boletim Mensal do Monitoramento dos Combustíveis Líquidos Automotivos**. Ano 2002 a 2014. Disponível em: <http://www.anp.gov.br>. Acessado em: 03/01/2015.

AGÊNCIA NACIONAL DE PETRÓLO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEL. Disponível em: <http://www.anp.gov.br>. Acessado em: 04/11/2014.

AGÊNCIA NACIONAL DE PETRÓLO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEL. **Resolução ANP Nº 40, de 25.10.2013 – DOU 28.10.2013**. Disponível em: <http://www.anp.gov.br>. Acessado em: 09/11/2014.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS, **ASTM D 86 Standard Test Method for Distillation of Petroleum Products**, 2003.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS, **ASTM D 1298 Standard Test Method for Density and Relative Density (Specific Gravity), of API Gravity of Crude Petroleum and Liquid Petroleum products by hydrometer Method**, 2003.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS, **ASTM D 2699 Standard Test Method for Knock Characteristics of Motor and Aviation Fuels by the Research Method**, 2003.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS, **ASTM D 2700 Standard Test Method for Knock Characteristics of Motor and Aviation Fuels by the Motor Method**, 2003.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS, **ASTM D 4052 Standard Test Method for Density and Relative Density of Liquids by Digital Density Meter**, 2003.

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

ALLINGER, N.; CAVA, M. P.; JONGH, C.; JOHNSON, C. R.; LEBEL, N. A.; STEVENS, C.; **Química Orgânica**, Ed. Guanabara Dois S.A., Rio de Janeiro, p. 865, 1978.

ALVES, J. K. P. **Estudo do desempenho antioxidativo de um novo composto derivado do cardanol hidrogenado aplicado à gasolina automotiva**. Tese de graduação Engenharia Química, Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN, Natal, 2006.

BAZZO, E. **Geração de Vapor**, Editora da UFSC, Florianópolis, 1995.

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.

CARVALHO JR., J. A.; MCQUAY, M. Q. **Princípios de combustão aplicada**. Florianópolis, p.176, 2007.

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.

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

MENDES, G. Detecção de Adultrações em Gasolina e Previsão de Parâmetros Físicos-Químicos a Partir de Curvas de Destilação Associadas à Ferramentas Quimiométricas.

Tese de doutorado em Ciências – Química, Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG, Belo Horizonte, 2012.

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/>. Acesso em: 10/01/2015.

NASCIMENTO, E. L. Um Fotômetro Microcontrolado LED-NIR, Portátil e de Baixo Custo para Análise Screening de Gasolinas Tipo C. Tese de doutorado em Química, Universidade Federal da Paraíba – UFPB, João Pessoa, 2008.

SANTOS, A. C. A influencia do Uso do Etanol Combustível nas Emissões dos Gases do Efeito Estufa nos Motores do Ciclo OTTO. Tese de mestrado em Engenharia de Processos Químicos e Bioquímicos, Escola de Engenharia Mauá do Centro Universitário do Instituto Mauá de Tecnologia, São Caetano do Sul, SP, 2008.

SHEREVE, R. N.; BRINK, JR. J. A. Indústria de Processos Químicos, 4º ed., Rio de Janeiro, Guanabara Koogan. v. 37, p. 583, 1990.

SOUZA JÚNIOR, J. B. A Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustível/ANP: Contribuição para um Desenvolvimento Sustentável e Regulação da Qualidade dos Combustíveis no Rio Grande do Norte. Dissertação de mestrado em Engenharia de Petróleo e Gás Natural, Universidade Potiguar – UnP, Natal, 2013.

TAKESHITA, E. V. Adultração de Gasolina por Adição de Solventes: Análise dos Parâmetros Físico-Químicos. Tese de Mestrado em Engenharia Química, Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, Florianópolis, 2006.