

UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO  
CURSO DE LICENCIATURA EM CIÊNCIAS NATURAIS  
CAMPUS SÃO BERNARDO

**MARIA LUZIA ROCHA RODRIGUES**

**QUALIDADE DA GASOLINA COMERCIALIZADA EM MUNICÍPIOS DO BAIXO  
PARNAÍBA**

São Bernardo - MA

2017

**MARIA LUZIA ROCHA RODRIGUES**

**QUALIDADE DA GASOLINA COMERCIALIZADA EM MUNICÍPIOS DO BAIXO  
PARNAÍBA**

Monografia apresentada ao Curso de Graduação em Licenciatura em Ciências Naturais/Química da Universidade Federal do Maranhão, para obtenção do grau de Licenciatura em Ciências Naturais com Habilitação em Química.

Orientadora: Profa. Dra. Vilma Bragas de Oliveira

São Bernardo – MA

2017

Ficha gerada por meio do SIGAA/Biblioteca com dados fornecidos pelo(a) autor(a).  
Núcleo Integrado de Bibliotecas/UFMA

Rodrigues, Maria Luzia Rocha.

Qualidade da gasolina comercializada em municípios  
do Baixo Parnaíba / Maria Luzia Rocha Rodrigues. -  
2017.

46 f.

Orientador(a): Vilma Bragas de Oliveira.

Monografia (Graduação) - Curso de Ciências Naturais -  
Química, Universidade Federal do Maranhão, São Bernardo,  
2017.

1. Acidez. 2. Aparência da gasolina. 3. Qualidade da  
gasolina. 4. Teor de álcool anidro. I. Oliveira, Vilma  
Bragas de. II. Título.

**MARIA LUZIA ROCHA RODRIGUES**

**QUALIDADE DA GASOLINA COMERCIALIZADA EM MUNICÍPIOS DO BAIXO  
PARNAÍBA**

Aprovado em \_\_\_ / \_\_\_ / \_\_\_

**BANCA EXAMINADORA**

---

**Profa. Dra. Vilma Bragas de Oliveira (Orientadora)**  
Doutora em Química Orgânica  
Universidade Estadual do Norte Fluminense - UENF

---

**Profa. Dra. Louise Lee da Silva Magalhães**  
Doutora em Ciências/Química  
Universidade Estadual de Campinas- SP

---

**Profa. Dra. Maria do Socorro Evangelista Garreto**  
Doutora em Ciências e Tecnologia de Polímeros  
Instituto de Macromoléculas-UFRJ

Dedico este trabalho de conclusão de curso a Deus, à minha mãe, irmãos, familiares, professores e amigos que de muitas maneiras me incentivaram e ajudaram para que fosse possível a realização deste sonho.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, Senhor da minha vida e princípio de tudo. A minha mãe, Rozicleida Rocha Rodrigues, pelo amor incondicional, pela paciência e por ser a base de sustentação em minha vida.

À minha irmã, Rayane Rocha Rodrigues, por está sempre me incentivando e apoiando em minhas decisões, pela amiga que é, e pela ajuda nos momentos mais difíceis.

Aos meus irmãos que sempre me incentivaram para a realização deste sonho, agradeço de coração.

Aos meus sobrinhos Pedro Lucas e João Arthur que amo de todo meu coração e por terem me dado alegria e esperança em momentos tristes.

Ao meu esposo, Heraldo José Messias de Sousa, pela paciência, e por acreditar em mim, sempre ajudando e incentivando em meus estudos.

À minha Cunhada Lizeane Messias de Sousa, pela parceria e ajuda nessa caminhada.

Aos meus amigos, que sempre torceram por mim e vibraram comigo na concretização deste sonho.

A todos os meus professores da educação básica e do ensino superior, que deram contribuições necessárias para a construção desta pesquisa.

À minha orientadora Profa Vilma Bragas de Oliveira, pela paciência, pelos esforços, credibilidade, empenho, e contribuições dedicadas a mim e ao meu trabalho. Obrigada por tudo!

A todos os familiares, tios, tias e primos que sempre estiveram ao meu lado e torceram pela minha vitória, fico muito grata.

## RESUMO

A gasolina é uma mistura de centenas de hidrocarbonetos, que se modificam conforme as classes parafinas, oleofinas, compostos cíclicos e aromáticos. Sua qualidade baseia-se nos parâmetros que são estabelecidos em legislação. O presente trabalho tem como objetivo averiguar a qualidade da gasolina tipo C comercializada em dois municípios situados no Baixo Parnaíba, a fim de verificar o teor de álcool anidro, aparência e acidez. Inicialmente foi realizada uma entrevista de sondagem a fim de se conhecer a forma de abastecimento, distribuição e controle de qualidade adotada nos postos pesquisados. Para as análises da qualidade da gasolina fornecida foram utilizadas as normas ABNT NBR 13992:2015 para o teste de álcool anidro, a ABNT NBR 14954:2011 para o teste da aparência e para medição de acidez foi utilizado o método descrito por Ana Oliveira et al (2013) com modificações. Foram recolhidas 6 amostras em postos de combustíveis de São Bernardo e 6 amostras em Santa Quitéria. As análises foram realizadas no Laboratório de Química da Universidade Federal do Maranhão, Campus São Bernardo – MA, em um intervalo de três semanas. As análises foram realizadas em duplicata. Verificou-se pela entrevista realizada que 67% dos postos são abastecidos por distribuidoras localizadas em São Luís e 75% dos consumidores não solicitam o teste de qualidade da gasolina. Quanto às análises foi averiguado que 11% das amostras estavam adulteradas, pois apresentaram um teor de álcool anidro acima do permitido. Sobre a aparência e acidez todas as amostras se mostraram dentro do estabelecido. Percebe-se que a gasolina estudada apresentou uma variação na porcentagem de álcool anidro, sendo necessária uma fiscalização mais frequente nesses postos de combustíveis, pois a aquisição de gasolina adulterada provoca o aumento no consumo de combustível, bem como o entupimento das bombas gerando prejuízos ao consumidor.

Palavras-chave: Teor de álcool anidro. Aparência da Gasolina. Acidez. Qualidade da gasolina.

## ABSTRACT

Gasoline is a mixture of hundreds of hydrocarbons, which change according to the classes paraffins, olefins, cyclic and aromatic compounds. Its quality is based on the parameters that are established in legislation. The present work has as objective to investigate the quality of gasoline type C commercialized in two municipalities located in Baixo Parnaíba, in order to verify the content of anhydrous alcohol, appearance and acidity. Initially, a survey interview was conducted in order to know the form of supply, distribution and quality control adopted at the stations surveyed. The ABNT NBR 13992: 2015 standards for the anhydrous ethanol test, ABNT NBR 14954: 2011 for the appearance test were used for the analysis of the quality of the gasoline supplied and the method described by Ana Oliveira et al. (2013) with modifications. Six samples were collected at São Bernardo gas stations and six samples at Santa Quitéria. The analyzes were carried out at the Chemistry Laboratory of the Federal University of Maranhão, Campus São Bernardo - MA, at an interval of three weeks. The analyzes were performed in duplicate. It was verified by the interview that 67% of the stations are supplied by distributors located in São Luís and 75% of the consumers do not request the gas quality test. Regarding the analyzes, it was verified that 11% of the samples were adulterated, since they had an anhydrous alcohol content above the allowed. Regarding the appearance and acidity all the samples were shown within the established. It can be noticed that the gasoline studied presented a variation in the percentage of anhydrous alcohol, being necessary a more frequent inspection in these stations of fuels, since the acquisition of adulterated gasoline causes the increase in the consumption of fuel, as well as the clogging of the bombs generating damages to the consumer.

Keywords: Anhydrous alcohol content. Appearance of Gasoline. Acidity. Quality of gasoline.



## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>Figura 1 -</b>	Mapa da cidade de São Bernardo–MA, Brasil .....	26
<b>Figura 2 -</b>	Mapa da cidade de Santa Quitéria–MA, Brasil .....	27
<b>Figura 3 -</b>	Carta de barras–padrão apresentado pela norma ABNT NBR 14954: 2011 .....	30
<b>Figura 4 -</b>	Fotografias–padrão apresentado pela norma ABNT NBR 14954: 2011.....	30
<b>Figura 5 -</b>	Medidor de pH Digital portátil ITPH- 2000 aferindo a acidez da gasolina.....	31
<b>Figura 6 -</b>	Organização das amostras coletadas nas cidades de São Bernardo e Santa Quitéria do Maranhão.....	32
<b>Figura 7 -</b>	Análise da turbidez da gasolina utilizando carta-padrão e fotografia- padrão.....	39

## LISTA DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1 -</b>	Frequência de reabastecimento em postos de combustíveis,  - Duas vezes por semana,  - Semanalmente e  - Quinzenalmente.....	34
<b>Gráfico 2 -</b>	Origem do abastecimento de gasolina dos postos amostrados,  - Outros postos da mesma rede,  - Distribuidoras localizadas em São Luis – MA.....	34
<b>Gráfico 3 -</b>	Presença do aparato para teste da porcentagem de álcool anidro em postos de gasolina,  - Presença,  - Ausência...	35
<b>Gráfico 4 -</b>	Solicitação da realização de teste rápido pelos consumidores segundo relatado pelos frentistas entrevistados,  - Não solicitam,  - Solicitam.....	36
<b>Gráfico 5 -</b>	Teor de álcool anidro em amostras coletadas na cidade de São Bernardo - MA em um período de três semanas,  - Semana 1,  - Semana 2 e  - Semana 3.....	37
<b>Gráfico 6 -</b>	Teor de álcool anidro em amostras coletadas na cidade de Santa Quitéria – MA em um período de três semanas,  - Semana 1,  - Semana 2 e  - Semana 3.....	38
<b>Gráfico 7 -</b>	Acidez da gasolina coletada em três semanas na cidade de São Bernardo – MA,  - Semana 1,  - Semana 2,  - Semana 3.....	40
<b>Gráfico 8 -</b>	Acidez da gasolina coletadas durante três semanas na cidade de Santa Quitéria – MA,  - Semana 1,  - Semana 2,  - Semana 3.....	40

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ASTM	American Society for Testing and Materials
CIMA	Conselho Interministerial do Açúcar e do Alcool
MB	Métodos Brasileiros
MON	Octane Number
NBR	Normas Brasileiras
RON	Research Octane Number
PROÁLCOOL	Programa Nacional do Alcool

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	12
2	OBJETIVOS.....	14
2.1	Objetivo Geral.....	14
2.2	Objetivos Específicos.....	14
3	REFERENCIAL TEÓRICO.....	15
3.1	Petróleo: origem e descoberta.....	15
3.2	Caracterização física e química do petróleo.....	16
3.3	Importância e aplicação do petróleo para a sociedade moderna.....	17
3.4	Conceito de gasolina.....	18
3.5	Tipos e caracterização química e física da gasolina.....	19
3.5.1	Acidez em combustíveis.....	20
3.6	Teor de álcool na gasolina: contexto histórico.....	20
3.7	Parâmetros de qualidade da gasolina.....	22
3.8	Qualidade da gasolina no Brasil.....	24
4	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	26
4.1	Caracterização da área pesquisada.....	26
4.2	Coletas das amostras.....	27
4.3	Realização de entrevista aos frentistas.....	28
4.4	Análise do teor de álcool anidro na gasolina.....	28
4.5	Análise da aparência.....	29
4.6	Análise da acidez.....	31
4.7	Tratamento dos dados.....	31
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	33
5.1	Entrevista realizada com os frentistas.....	33
5.2	Teor de álcool anidro na gasolina.....	36
5.3	Aparência.....	38
5.4	Acidez.....	39
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	41
	REFERÊNCIAS.....	42
	APÊNDICE.....	46

## 1 INTRODUÇÃO

O petróleo é um líquido viscoso e escuro que é submetido a diversos processos de refinamento para a aquisição de uma variedade de derivados. Dentre os destilados do petróleo encontra-se a gasolina um combustível de alto valor comercial, sua descoberta ocorreu em 1850. Os primeiros tipos de gasolina eram obtidos como subproduto do processo de fabricação de querosene que era utilizado como combustível para iluminação, devido à ausência de motores de combustão interna não havia utilidade para a gasolina no mercado e a mesma era descartada.

A partir da criação do automóvel surgiu um amplo mercado para a gasolina, mas era muito complicado manter o abastecimento, pois o percentual de gasolina utilizado era retirado diretamente da torre de destilação, onde rendia menos de um barril a cada 15 barris de petróleo processado. (ALVES, 2006).

Uma das preocupações apresentadas atualmente sobre a gasolina é sua adulteração. Puppim (2015) ressalta que esse problema ocorre de maneira geral englobando tanto postos com bandeira como postos sem bandeira. Postos com bandeira são aqueles que possuem bandeiras em seus respectivos estabelecimentos sendo assim esses tipos de postos só podem ser abastecidos por distribuidoras de suas respectivas bandeiras já os postos sem bandeira ou também chamados de bandeira branca são aqueles que possuem livre escolha de seus fornecedores, isso ocorre em todo território nacional dificultando assim a fiscalização da Agência Nacional do Petróleo (ANP).

Normalmente essa adulteração ocorre ao ser acrescentado solvente ou outros compostos na gasolina fora do estabelecido por lei, a adição mais comum é o álcool anidro que ao ser adicionado em uma proporção correta traz vantagens no desempenho do motor, mas em volume superior ao estabelecido em lei acarreta vários danos como perda no desempenho do automóvel, aumento no consumo de combustível além de causar o entupimento da bomba.

Conforme a problemática apresentada anteriormente o presente trabalho tem como objetivo verificar a qualidade do combustível fornecida em dois municípios do Baixo Parnaíba, visto que foi observado durante uma sondagem inicial dos locais de coleta que a fiscalização não é frequente e a população local não busca informações sobre essa questão, expondo dessa maneira seus veículos a possíveis prejuízos. Os Municípios que fizeram parte da pesquisa foram São Bernardo e Santa

Quitéria do Maranhão, pois apresentaram maior quantitativo de postos de combustíveis passíveis de compor a amostragem necessária para esse trabalho de pesquisa. Foram amostrados 12 postos de combustível, sendo 6 de São Bernardo e 6 de Santa Quitéria, o tipo de gasolina que foi analisada foi a tipo C. Os quesitos averiguados foram o teor de álcool anidro, acidez e a aparência. As análises foram realizadas no Laboratório de Química da Universidade Federal do Maranhão, Campus São Bernardo e os resultados obtidos nesse trabalho foram comparados com o estabelecido em normas vigentes da ABNT NBR 13992:2015 e ABNT NBR 14954:2011 sendo para a acidez adotado o método descrito por Oliveira et al (2013).

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo geral**

Analisar a qualidade do combustível comercializado em cidades do Baixo Parnaíba em relação aos parâmetros: teor de álcool anidro, acidez e aparência.

### **2.2 Objetivos específicos**

Analisar o padrão de abastecimento, comercialização e armazenamento de gasolina na região do Baixo Parnaíba.

Avaliar a qualidade das amostras de gasolina Tipo C de acordo com o método previsto na norma ABNT NBR 13992:2015.

Analisar a qualidade das amostras coletadas de acordo com o previsto na Resolução Nº 1, de 4 de março de 2015, do Conselho Interministerial do Açúcar e do Álcool (CIMA).

Analisar a aparência da gasolina conforme a norma da ABNT NBR 14954:2011.

Verificar a acidez da gasolina tipo C.

Realizar uma análise crítica dos resultados obtidos em comparação com o constante na legislação vigente.

### 3 REFERENCIAL TEÓRICO

#### 3.1 Petróleo: origem e descoberta

Segundo Corrêa (2003) o petróleo é proveniente da matéria orgânica que fica armazenado em sedimentos e migra através de aquíferos se concentrando em reservatórios, ele não se encontra na natureza em forma de lago subterrâneo e sim entre grãos de rochas sedimentares porosas e permeáveis por isso não permanece na rocha onde foi gerada e desloca-se até encontrar um terreno apropriado (CORRÊA, 2003).

Em seus estudos sobre a origem do petróleo Thomas (2004) relata que na antiga babilônia o mesmo era usado no asfalto, em tijolos e na calefação de embarcações, seu uso também era frequente entre os egípcios que o utilizava em pavimentação de estradas, embalsamento de mortos, bem como na construção de pirâmides.

Os indícios da utilização do petróleo na Pensilvânia - EUA data do ano de 1847 quando um comerciante de Pittsburg começou a engarrafar e vender petróleo de vazamentos naturais para ser utilizado como lubrificante. Após esse acontecimento cinco anos mais tarde, em 1852, um químico canadense descobriu que o aquecimento e a destilação do petróleo produziam querosene, um líquido que podia ser utilizado em lâmpadas (CORRÊA, 2003).

A partir das eventuais descobertas verificou-se outra visão em relação ao petróleo, sendo apresentados diferentes métodos para sua extração. Em 1859, após as descobertas do Coronel Draque em Tittusville, Pensilvânia, houve maior intensificação na exploração comercial de petróleo nos Estados Unidos (THOMAS, 2004).

Contextualizando os primeiros indícios de petróleo no Brasil, Wenderson Silva (s.d.) aborda que em 1864 houve várias tentativas em sua busca, mas somente em 1897 foi encontrado o primeiro indício de petróleo através de uma perfuração realizada pelo fazendeiro Eugênio Ferreira de Camargo. Mas somente em 1939 que de fato ocorreu a descoberta da primeira jazida de petróleo no Brasil situada no bairro de Lobato na cidade de Salvador. Diante dos acontecimentos, em 1953, foi fundada a Petrobrás que teve como objetivo fazer a exploração e expansão do petróleo no Brasil.



### 3.2 Caracterização física e química do petróleo

Conforme a definição apresentada por Medeiros (2006), o petróleo vem do latim *petra* (pedra) e *oleum* (óleo) que é a nomenclatura dada às misturas naturais de hidrocarbonetos que podem ser encontradas nos estados sólido, líquido e gasoso, circunstância que irá depender das condições da pressão e temperatura no qual o mesmo está submetido.

Ungar (2012) destaca que o petróleo apresenta odor característico, caráter oleoso, é inflamável e sua densidade é menor do que a água. Além disso, o petróleo possui alta capacidade de queima, já que se encontra na categoria dos minerais de origem biológica. A composição elementar do petróleo apresenta-se nas seguintes proporções, carbono (84-87%), hidrogênio (12-14%), oxigênio e enxofre (1-2%), além da possibilidade de metais numa faixa de 0,3%.

Segundo Ribeiro (2005) o petróleo possui hidrocarbonetos que envolvem alcanos, compostos naftênicos e aromáticos e que ao ser aquecido separa os componentes da mistura conforme seu ponto de ebulição produzindo assim a cada fração derivados como o gás liquefeito, éter de petróleo, nafta leve, querosene, óleos combustíveis, óleos lubrificantes e asfalto.

Szklo e Uller (2008) frisam que o petróleo possui propriedades químicas que envolvem hidrocarbonetos saturados como parafinas, isoparafinas, naftenos, além de aromáticos, resinas e os asfaltenos. No petróleo há parafinas que são constituídas de 1 a 45 átomos de carbono, sendo que as normais representam cerca de 15 a 20% do petróleo e são menos reativas que os outros hidrocarbonetos.

Os estudos voltados para as análises físico-químicas do petróleo tiveram avanço a partir da expansão da tecnologia e da necessidade de obtenção de novos derivados e com mais qualidade e alto grau de pureza, pois se tornou mais fácil verificar quais compostos químicos faziam parte da composição e o desenvolvimento de novos métodos de separação, análise e síntese.

O petróleo cru passa por vários processos ao ser extraído, um deles é a decantação, processo necessário à retirada de impurezas. Ao chegar à refinaria ele é analisado para se verificar suas características para que assim sejam empregados os processos para obtenção dos subprodutos, em seguida é aquecido em tanques apropriados e as cadeias são separadas conforme suas temperaturas de evaporação (FREUDENRICH, [s. d.]).

### 3.3 Importância e aplicações do petróleo para a sociedade moderna

Atualmente o petróleo no requisito fonte de energia atende praticamente todas as necessidades inerentes à sociedade moderna e é responsável por cerca de 95% da energia destinada ao transporte, além da geração de energia elétrica e na fabricação de diversos produtos (ARÊAS, 2008).

Segundo Grunkraut (2012) o petróleo é um recurso natural utilizado para diversos fins e foi muito utilizado como material de liga na construção dos célebres jardins suspensos na Babilônia, embalsamento de mortos ilustres, pavimentação de estradas, dentre outras aplicações.

Dazzani (2003) destaca que o uso do petróleo como fonte de energia foi fundamental para assegurar o desenvolvimento industrial no decorrer do século XX, pois através de sua destilação fracionada foi possível obter diversos produtos de grande importância econômica tais como o gás natural, o querosene, o diesel, os óleos lubrificantes, a parafina e o asfalto. Porém o fragmento do petróleo que ofereceu maior valor comercial foi a gasolina, uma mistura de hidrocarbonetos saturados que contém de 5 a 8 átomos de carbono por molécula.

O Brasil possui boa reserva de petróleo, mas ainda representa baixo quantitativo de exportações, pois a exploração em algumas regiões é considerada muito complexa. Apesar das reservas encontradas em nosso país, o Brasil ainda não se encontra entre os países conceituados no ramo da petroquímica como a Arábia Saudita, Canadá, Irã, Iraque, Emirados Árabes, Venezuela e a Rússia (GRUNKRAUT, 2012).

Nas refinarias de petróleo são obtidas matérias-primas para diversas indústrias como a petroquímica, responsável pela obtenção de gasolina, gasóleo, óleos lubrificantes, vaselina e parafina. Para a indústria farmacêutica onde se produz medicamentos como o azidotimidina (AZT), a aspirina, o paracetamol entre outros. Já a indústria têxtil produz fibras de origem sintética como nylon, poliéster e viscose e por fim a indústria de polímeros responsável pela fabricação de polietileno, polipropileno e o poliestireno. Os polímeros sintéticos são produzidos por síntese orgânica, e são utilizados na indústria de calçados, automóveis, matérias de embalagem, na área da saúde bem como no uso doméstico.

### 3.4 Conceito de gasolina

Szklo e Uller (2008) definem a gasolina como uma complexa mistura de centenas de hidrocarbonetos, que se modificam conforme as classes parafinas, oleofinas, compostos cíclicos e aromáticos. Esta mistura de hidrocarbonetos e oxigenados na gasolina determina suas propriedades físicas e características de desempenho no motor.

A gasolina tornou-se um produto de alto valor comercial proporcionando um grande salto na economia do mundo. É utilizada como combustível em automóveis por apresentar alta capacidade de combustão, bem como a facilidade de se misturar com o ar, além disso, é empregada como solvente de óleos e gorduras. A mesma apresenta propriedades fundamentais como quantidade de energia por volume de combustível e volatilidade adequada para o perfeito funcionamento do motor (SANTORO, 2016).

Segundo Pinto (2012) a gasolina é considerada o combustível mais comum entre os derivados de petróleo, é utilizada em diferentes tipos de veículos como motocicletas, automóveis, entre outros. Esses veículos são equipados com motores de explosão interna que ao entrarem em ignição ocorre uma combustão rápida e violenta em seus interiores, portanto cada motor apresenta potências diferentes e exigem diferentes tipos de gasolina.

A gasolina é obtida através do fracionamento do petróleo bruto, sendo constituída por mais de 500 hidrocarbonetos que possui variação de 3 a 12 carbonos e ponto de ebulição de 30°C a 220°C, apresenta bastante demanda no mercado devido ao avanço da indústria automobilística, portanto foram necessárias medidas que auxiliassem maior aquisição de gasolina para atender esse mercado (ALVES, 2006). Um dos métodos utilizados foi o craqueamento, procedimento este considerado de suma importância, pois realiza a quebra de hidrocarbonetos maiores em menores. Esse processo é realizado em colunas de fracionamento nas refinarias de petróleo e possuem dois tipos, o craqueamento térmico e o catalítico. O primeiro é realizado em altas temperaturas e pressão, já o catalítico se difere pelo uso do catalizador sendo este muito utilizado, pois proporciona aumento da velocidade das reações químicas das substâncias envolvidas (FOGAÇA, [2017]).

Além do craqueamento também se utiliza a alquilação. Esse processo é catalizado por ácidos fortes, fazendo dessa maneira que o volume da gasolina no

petróleo bruto aumente de 20% para 40%, o que ocorre nesse processo é o inverso do craqueamento pois realiza-se em vez da quebra a junção de moléculas menores (SPIRO, 2009).

### **3.5 Tipos e caracterização química e física da gasolina**

A gasolina automotiva é classificada em tipo C, Aditivada, Premium e Podium que são utilizadas conforme as exigências de cada motor (ROCHA, 2002). A gasolina tipo C apresenta variação de coloração que vai de incolor até a amarelada, a mesma não recebe corante e é indicada para motores que exigem um combustível de até 86 octanas (PINTO, 2012). Segundo Sousa (2017) o número de octano de um combustível representa o percentual de isoctano ( $C_8H_{18}$ ) e de heptano ( $C_7H_{16}$ ) contidos nele. Quanto maior a octanagem, maior será a tendência do combustível em resistir à detonação.

A gasolina aditivada possui as mesmas características da gasolina comum, entretanto há uma diferença que é a adição de aditivos do tipo detergente dispersante que tem por objetivo manter limpo o sistema de alimentação do combustível, além dos aditivos também é adicionado corante de tonalidade esverdeada ou avermelhada para diferenciá-la da gasolina comum. (NICHETTI, 2002).

A gasolina Premium apresenta uma formulação específica, pois apresenta maior índice de octanagem e resistência à detonação que a gasolina comum. Além disso, a mesma apresenta menor teor de poluição que a gasolina comum, pois possui baixo teor de enxofre (LOBO, 2002).

A gasolina Podium apresenta elevado desempenho e possui octanagem 95, seu uso é frequente por equipes de fórmula 1, encontra-se disponível somente em postos autorizados pela Petrobrás, além disso ela proporciona maior estabilidade e baixo teor de enxofre em relação as gasolinas comum, aditivada e Premium (SCAFI, 2005).

Os tipos de gasolina até então mencionados são formuladas através da gasolina tipo A que é isenta de compostos oxigenados como álcool anidro e aditivos, pois é comercializada de forma direta, ou seja, o combustível sai das refinarias diretamente para as distribuidoras de combustíveis.

Além dos tipos de gasolina para automóveis existe outra específica que atende a aviação onde apresenta alto índice de desempenho constituída de 5 a 10 átomos de carbono que destila entre 30°C e 170°C e é obtida por processos desenvolvidos para produção de compostos com alto número de octano tais como reforma, isomerização, polimerização e alquilação (LUZ, 2003).

### **3.5.1 Acidez em combustíveis**

Segundo Vilela (2013), o pH é um indicador de acidez, neutralidade ou alcalinidade de quaisquer soluções, que varia de acordo com a mudança de temperatura e composição das substâncias. É representado por uma escala logarítmica que vai de 0 a 14 e sua equação é expressa da seguinte forma:

$$\text{pH} = -\log [\text{H}^+].$$

A verificação do índice de acidez em combustíveis é necessária tanto durante sua produção quanto no seu armazenamento. Combustíveis como o etanol com o teor de acidez fora dos parâmetros podem ocasionar a corrosão dos equipamentos aos quais ele entra em contato. Portanto esse controle tornasse necessário para que dessa forma não venha comprometer a qualidade da gasolina já que é a mesma possui 27% de álcool em sua composição. Além do álcool, o óleo e o biodiesel também devem ser verificados, pois a acidez elevada dificulta a reação na produção do biodiesel provocando assim a corrosão do motor e a deterioração do combustível (SILVA, 2010). Segundo Tavares e Silva (2008) o biodiesel é um combustível renovável de óleos vegetais, gordura animal ou residual, que são utilizados em motores a diesel. Ele é uma alternativa encontrada para combustíveis que são derivados de petróleo.

### **3.6 Teor de álcool na gasolina: contexto histórico**

Em 1973, diante da crise do petróleo, o uso de álcool anidro tornou-se essencial, pois foi uma alternativa encontrada para conter os custos elevados do petróleo na época. Sendo assim a utilização do álcool anidro como combustível alternativo foi possível devido ao rendimento energético e sua proximidade da realidade brasileira, pois o Brasil possui um solo propício e bom aporte tecnológico

para o cultivo da cana-de-açúcar, matéria prima para fabricação desse combustível (HASSUANI et al, 2016).

O álcool combustível foi ganhando espaço na década de 70 no Brasil, pois o preço do barril do petróleo sofreu elevações na respectiva época, diante desse cenário já que o Brasil era um dos grandes importadores nesse período foram necessárias alternativas economicamente viáveis. Uma das estratégias adotadas foi à criação do Programa Nacional do Álcool (PROÁLCOOL) instituído pelo governo como proposta de baratear o produto final, o programa foi dividido em duas fases onde a primeira ficou marcada pela adição de álcool à gasolina e a segunda pela fabricação de veículos movidos a este combustível, sendo que a segunda não obteve êxito devido ao processo de desregulamentação que ocorreu na década de 90 (CASELLI, 2004).

Após a Criação do Programa Nacional do Álcool a utilização do álcool anidro ocorreu em todo território Nacional, porém em algumas regiões houve maior intensificação como é o caso do Nordeste que Segundo Correia (2007) apresentou um consumo exacerbado de álcool anidro chegando á uma média de 42% em relação à gasolina, seu uso desenfreado estava ligado aos interesses provenientes da indústria agro açucareira.

O Brasil possui boa produção de biocombustíveis a partir da cana-de-açúcar, apresentando um bom aporte tecnológico, devido ao Programa Nacional do Álcool, instituído pelo governo em 1975, onde possuía como anseio a substituição de derivados de petróleo (CARVALHO, 2007). O potencial do Brasil no ramo de biocombustíveis o coloca em posição de potência regional e influente na América Latina.

A adição de álcool anidro na gasolina ocorre há décadas tendo como ponto inicial a crise do petróleo, deste então essa mistura tornou-se comum nas indústrias fornecedoras. Atualmente sua adição corresponde em 27% sobre a gasolina, quantitativo este que varia conforme a demanda do mercado. A adição de álcool na gasolina torna-se necessária ao passo que proporciona maior índice de octanagem e diminui a emissão de monóxido de carbono para a atmosfera.

### 3.7 Parâmetros de qualidade da gasolina

A ANP determina valores mínimos e máximos para o controle de qualidade de combustíveis estabelecendo ensaios físicos–químicos para garantir a qualidade da gasolina desde sua produção até o seu consumo. Sendo assim a ANP tem por base métodos padrões estabelecidos pelas Normas Brasileiras (NBR), por métodos Brasileiros (MB), pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) e as normas Internacionais da American Society for Testing and Materials (ASTM).

Os parâmetros que são analisados na gasolina para verificar sua qualidade são: aspecto visual e cor, massa específica, teor de etanol, destilação, Motor Octane Number (MON), Research Octane Number (RON), índice antidetonante (IAD), marcador de solvente, teor de benzeno e composições de oleofinas, saturados e aromáticos, bem como a acidez.

Sobre o parâmetro cor e aspecto Olanyk et al (2014) ressalta que é um método que avalia a coloração de uma determinada amostra, para se verificar se há a presença de contaminantes, oxidação de compostos instáveis e materiais em suspensão que prejudicam o funcionamento do motor.

A massa específica está relacionada ao potencial energético total, portanto quanto maior ela se apresenta maior será a massa do combustível ao ser injetada no motor para um mesmo volume. O método utilizado para avaliar a massa específica é a ABNT NBR 7148/2013, onde é verificada a relação entre a massa do combustível e o seu volume (DOMINGOS et al, 2015).

O método utilizado para a verificação do teor de álcool anidro na gasolina é o ABNT NBR 13992/2015 onde estabelece uma delimitação do mínimo ao máximo de quantitativo de álcool na gasolina. A adição do álcool anidro a gasolina possui vantagens, pois proporciona aumento da octanagem bem como a redução da poluição ambiental provocada pelas emissões de CO e NOx, e desvantagens já que aumenta o consumo de combustível como já citado anteriormente.

A octanagem é uma variável importante relacionada à combustão e provavelmente o mais simples parâmetro reconhecido da qualidade desse combustível. Ela é uma medida de resistência que a gasolina apresenta durante a compressão sem explodir, sendo assim uma gasolina considerada de boa qualidade é aquela que possui melhor resistência (PINTO, 2012).

Segundo José de Oliveira et al (2005) a destilação é um método utilizado para avaliar a volatilidade da gasolina. Os distintos pontos de destilação que são apresentados durante o processo de teste definem as diferentes condições de operação específicas dos motores, a norma que é utilizada no processo de destilação é a norma NBR 9619/2009.

O método MON é responsável por avaliar a resistência da gasolina à detonação quando o motor está operando em condições mais severas, ou seja, em alta rotação e em plena carga, isso pode ser verificado quando o carro sobe a ladeira ou realiza uma ultrapassagem. O método empregado para esse teste é regulamentado conforme a NORMA ASTM D 2699 para gasolinas brasileiras que usam álcool etílico em sua composição. Já o método RON avalia a resistência da gasolina à detonação quando o motor está operando em condições mais suaves, por exemplo, quando o carro realiza uma partida no sinal, o método utilizado é regulamentado de acordo com a Norma ASTM D 2700. Além desses dois métodos existe o IAD que foi adotado pelo Brasil e os Estados Unidos e se destaca pela avaliação do desempenho antidetonante em um universo mais amplo de veículos apresentando mais vantagem em relação à octanagem MOM ou RON separadamente (ROCHA, 2002).

O marcador de solvente é utilizado para verificar a adição ilícita de solvente, sua atuação é sigilosa e possui alto custo sendo executada somente por laboratórios autorizados pela ANP (OLIVEIRA, J. et al, 2005).

Segundo Flumignan (2005) o teor de benzeno apresenta alto poder carcinogênico, o método utilizado para o ensaio é o ASTM D6277. Já a determinação da porcentagem de oleofinas indica a concentração de hidrocarbonetos com dupla ligação carbono-carbono, sendo que a grande porcentagem de oleofinas provoca a instabilidade química da gasolina, o método utilizado nesse processo é o ASTM D1319. A porcentagem de saturados indica o teor de hidrocarbonetos saturados de cadeia carbônica linear ou cíclica que estão presentes no produto, sua avaliação é realizada por equipamentos de infravermelho. Por fim a porcentagem de aromáticos expressa o teor de hidrocarbonetos aromáticos presentes na gasolina, o procedimento adotado para sua avaliação se dá através do método ASTM D1319.

Para verificar o teor de acidez de uma substância devem-se utilizar indicadores ou equipamentos específicos como o peagâmetro. Indicadores são



substâncias que mudam de cor em função da concentração de íons  $H^+$  e de íons  $OH^-$ . Portanto, o valor de pH igual a 7 representa soluções neutras, abaixo de 7 ácidas e acima são consideradas alcalinas (VILELA, 2013). Não existe uma norma específica para a determinação da acidez em gasolina, de forma que a maioria dos trabalhos pesquisados utilizam métodos analíticos de bancada ou através de equipamentos específicos.

O consumo de gasolina adulterada provoca perda no desempenho do automóvel, bem como o aumento do combustível. Além disso, ainda pode causar o entupimento da bomba.

### **3.8 Qualidade da gasolina no Brasil**

No Brasil há vários trabalhos voltados para a identificação de combustíveis adulterados, um deles é apresentado por Ana Oliveira et al (2013) que tem como objetivo verificar a qualidade da gasolina através de análises de bancada em amostras recolhidas em Natal-RN. A metodologia consistiu em analisar 15 amostras de gasolina, verificando a acidez por papel tornassol, densidade por picnometria e teor de álcool com proveta de boca esmerilhada, por estes obteve como resultado que 60% das amostras analisadas estavam adulteradas e segundo o autor o aumento do teor de álcool na amostra estava diretamente ligada a densidade do fluido. Quanto à acidez todas as amostras avaliadas apresentaram-se ácidas.

Já nas pesquisas de Crubellati et al (2011) o objetivo foi determinar o percentual de álcool na gasolina em postos de quatro cidades do Estado de São Paulo através do método da proveta. Os resultados obtidos foram satisfatórios, pois as gasolinas analisadas apresentaram teor de álcool entre 20 e 25% como estabelecido na legislação em vigor no período.

Domingos et al (2015) também desenvolveu um trabalho acerca do assunto. Seu objetivo pautou-se em avaliar as características do aspecto, massa específica e teor de etanol da gasolina comercializada no município de Patu-RN. A metodologia empregada foi conforme Regulamento Técnico ANP Nº 3/2013 da Resolução ANP Nº 40, de 25.10.2013. Os resultados obtidos mostraram que as cinco amostras coletadas apresentaram cor amarela e aspecto límpido e isento de impurezas, quanto ao teor de álcool anidro apresentou um percentual de 24 a 26%,

mostrando que todas as amostras mostraram-se em conformidade com as especificações estabelecidas pela legislação da ANP.

Na pesquisa apresentada por Santos (2012) que teve como objetivo verificar o teor de álcool na gasolina em postos de combustíveis na cidade de Caxias-MA ele utilizou o mesmo método de Crubellati et al (2011) em que foram coletadas 12 amostras nas quais foram adicionados 50ml de solução aquosa de NaCl. Os resultados mostraram que a maioria dos postos estava conforme a legislação da ANP, além disso, também verificou que existe uma relação entre o preço cobrado e o percentual de álcool na gasolina, ou seja, as amostras com preços menores apresentaram maior teor de álcool.

Outro trabalho que desenvolveu o tema adulteração na gasolina foi o de Mota (2013) cujo objetivo foi determinar o quantitativo de álcool presente na gasolina em dez postos de combustíveis na cidade de Pontes e Lacerda-MT. O método adotado foi o teste da proveta que consiste na separação do álcool da gasolina, como descrito anteriormente por Crubellati et al (2011). Os resultados obtidos mostraram que três dos postos analisados estavam fora do estabelecido pela legislação brasileira.

Os trabalhos apresentados anteriormente mostraram que muitos postos seguem à risca o que é estabelecido em lei, mas há outros que apesar da fiscalização e dos parâmetros estabelecidos, ainda utilizam a prática de adulteração para se beneficiarem economicamente.

## 4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

### 4.1 Caracterização da área pesquisada

A região do Baixo do Parnaíba–MA apresenta uma área de 19.178,80 km<sup>2</sup> e é composto por 16 municípios: Anapurus, Água Doce do Maranhão, Araisos, Belágua, Brejo, Buriti, Chapadinha, Magalhães de Almeida, Milagres do Maranhão, Santana do Maranhão, Santa Quitéria do Maranhão, São Benedito do Rio Preto, São Bernardo, Tutóia, Urbano Santos e Mata Roma. (SISTEMA DE INFORMAÇÕES TERRITORIAIS, 2016).

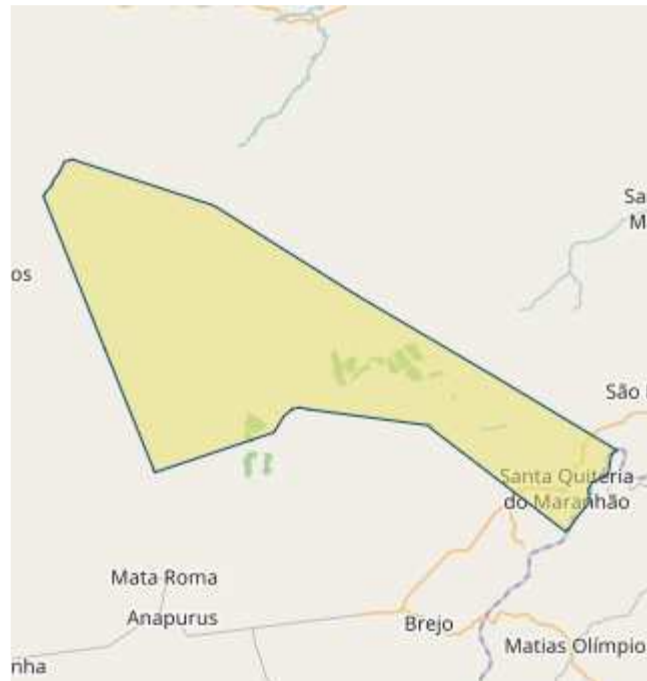
São Bernardo, como mostra o mapa da **Figura 1** possui 28.020 habitantes, se estende por 1.006, 920 km<sup>2</sup> e possui densidade demográfica de 26,29 hab/km<sup>2</sup> (IBGE, 2010). Está posicionado a 22 km ao Norte-Leste de Santa Quitéria do Maranhão, possui as seguintes coordenadas geográficas Latitude: 3° 21' 41" Sul e Longitude; 42° 25' 8" Oeste (CIDADE-BRASIL, 2016).



**Figura 1** – Mapa da cidade de São Bernardo – MA, Brasil. Fonte: IBGE, 2016.

Santa Quitéria do Maranhão, como é ilustrado na **Figura 2** possui uma população de 24.192 habitantes e área da unidade territorial de 1.434,898 Km<sup>2</sup> e densidade demográfica de 15,22 hab/Km<sup>2</sup> (IBGE, 2010). Está situada a 29 km ao

Norte-Leste de Brejo, e a 36 metros de altitude e tem as seguintes coordenadas geográficas: Latitude: 3° 29' 59" Sul, Longitude: 42° 33' 54" Oeste (CIDADE-BRASIL, 2016).



**Figura 2** – Mapa da cidade de Santa Quitéria do Maranhão – Ma, Brasil. Fonte: IBGE, 2016.

A pesquisa foi realizada nas cidades de São Bernardo e Santa Quitéria como campos de pesquisa. Cada município possui 6 e 7 postos de gasolina respectivamente, dos quais foram avaliados seis postos de cada cidade.

#### 4.2 Coletas das amostras

As amostras foram coletadas em três semanas subsequentes das quais foram avaliados o teor de álcool anidro conforme o método da NBR 13992: 2015, a aparência de acordo com a norma da ABNT NBR 14954:2011 e acidez conforme o método utilizado por Ana Oliveira et al (2013) com modificações.

As amostras foram armazenadas em um isopor com cubos de gelo para que dessa forma estas fossem mantidas em baixa temperatura, a fim de que não sofressem processo de volatilização. As análises foram realizadas no mesmo dia de coleta para que as propriedades da gasolina fossem mantidas.

### 4.3 Realização de entrevista aos frentistas

Durante a coleta das amostras foi realizado uma entrevista com os frentistas a fim de traçar um perfil do processo de abastecimento, distribuição e controle de qualidade da gasolina fornecida na região pesquisada.

### 4.4 Análise do teor de álcool anidro na gasolina

Para realização da análise do teor de álcool na gasolina foram adotados os métodos da norma da ABNT NBR 13992: 2015 pela qual são avaliados teores de etanol anidro combustível (EAC) a partir de 1% em gasolinas automotivas.

Para o cálculo do teor de EAC presente na amostra foi utilizada a seguinte equação:

$$\% \text{ em volume de EAC} = [ (A-50) \times 2 ] + 1$$

Onde, A é o volume final da fase aquosa expresso em mililitro (mL) expresso como número inteiro.

Quando a diferença (**A-50**) for inferior a 0,5 mL registrar o resultado como <1 % v/v.

A norma ABNT NBR 13992 2015 prescreve os seguintes reagentes, bem como aparelhagem e procedimentos utilizados da seguinte maneira

#### REAGENTES

- Cloreto de sódio (NaCl), P.A.
- Água destilada
- Solução aquosa de cloreto de sódio a 10% mv (solução de NaCl).

#### APARELHAGEM

Proveta de vidro de 100mL graduada, com tampa e boca esmerilhadas, em conformidade com a Portaria Inmetro nº 528 de 3 de dezembro de 2014, calibrada nos pontos 50 mL, 60 mL, 65 mL, e 100 mL.

## PROCEDIMENTO

- Colocar 50 mL da amostra na proveta limpa, desengordurada e seca, lavada previamente com detergente de limpeza para laboratório, de pH levemente alcalino ou neutro.
- Adicionar a solução de NaCl até completar o volume de 100 mL. Tanto a amostra quanto a solução de NaCl devem estar à temperatura ambiente.
- Tampar a proveta e inverter por 10 vezes para extrair o etanol. Não agitar a proveta, a fim de evitar a formação de emulsão.

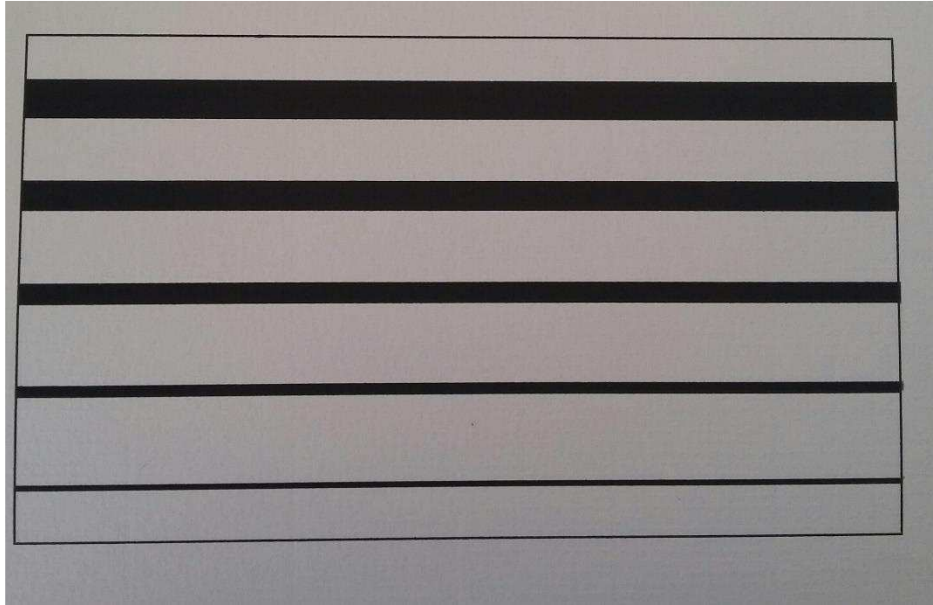
Colocar a proveta em uma superfície plana e nivelada.

Deixar em repouso por 10 min, a fim de permitir a separação completa das duas fases.

- Realizar a leitura da fase aquosa observando a base inferior do menisco formando na interface entre a fase aquosa e a gasolina, com os olhos posicionados na mesma altura da linha da interface.
- Anotar o volume final da fase aquosa, em mililitros, com aproximação de 0,5 mL.

### 4.5 Análise da aparência

Para verificar a aparência da gasolina foi adotado o método estabelecido pela ABNT NBR 14954: 2011 que normatiza o aspecto e a presença de materiais em suspensão. Sendo assim foram utilizados dois procedimentos no qual o primeiro consistiu da verificação de forma visual se a gasolina apresentava aspecto límpido ou turvo, água livre e material particulado e no segundo procedimento foi utilizado uma carta de barras-padrão conforme a **Figura 3** e um béquer de 1000ml para verificação da turbidez da amostra. A gasolina foi adicionada ao frasco de análise e em seguida comparada sua turbidez de acordo com as fotografias-padrão apresentada na **Figura 4** esta por sua vez enumerada de 1 a 6 mostrando que a numeração nº 1 é mais límpida e a nº 6 apresenta maior turbidez. Os resultados foram expressos como, aspecto límpido ou turvo; água livre presente ou ausente; material particulado presente ou ausente para o primeiro procedimento e a numeração de 1 a 6 para o segundo procedimento.



**Figura 3** – Carta de barras-padrão apresentada pela norma ABNT NBR 14954:2011.  
Fonte: ABNT NBR 14954: 2011.



**Figura 4** – Fotografias-padrão apresentada pela norma ABNT NBR 14954:2011.  
Fonte: ABNT NBR 14954:2011.

#### 4.6 Análise da acidez

Para a análise da acidez foram utilizados os procedimentos propostos por Ana Oliveira et. al (2013) com modificações. Para este trabalho não foi utilizado o papel de tornassol como Ana Oliveira et al (2013) e sim um peagâmetro digital, pois os resultados são considerados mais precisos. Sendo assim amostras de 10 ml foram colocadas em um béquer e em seguida posto o peâmetro portátil imerso por um período de 5 minutos para observação do pH da amostra conforme a **Figura 5**. Para a expressão dos resultados foi adotado o valor de referência um pH de 6 a 8 para uma gasolina com pH adequado.



**Figura 5** – Medidor de pH Digital portátil ITPH- 2000 aferindo a acidez da gasolina.

#### 4.7 Tratamento dos dados

Os dados foram apresentados através de gráficos sendo estabelecido como referência para o teor de álcool anidro 27% conforme a Resolução Nº 1, de 4 de março de 2015, do Conselho Interministerial do Açúcar e do Álcool (CIMA). Para a análise da aparência foram adotados dois procedimentos onde o primeiro verificou se amostra apresentou-se em límpida e isenta de água livre e material particulado e



no segundo foi averiguado seu nível de turbidez de acordo com a fotografia-padrão. Para a acidez foi estipulado uma escala de pH de 6 a 8 para gasolinas dentro do padrão. As cidades foram identificadas com as letras SB para São Bernardo e SQ para o município de Santa Quitéria e como foram utilizados seis postos por cidade as amostras foram identificadas da seguinte maneira: SB1, SB2; SB3; SB4; SB5 e SB6 para os postos de São Bernardo e SQ1; SQ2; SQ3; SQ4; SQ5 e SQ6 para os postos de Santa Quitéria de acordo com a **Figura 6**, preservando dessa forma a identidades dos locais de coleta.



**Figura 6** – Organização das amostras coletadas nas cidades de São Bernardo e Santa Quitéria do Maranhão.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A principal desvantagem da adição de álcool anidro à gasolina em volumes superiores ao estabelecido é o aumento do consumo de combustível pelos motores, tendo em vista que a eficiência energética do álcool é bem menor que a da gasolina, bem como da produção de nitrogênio.

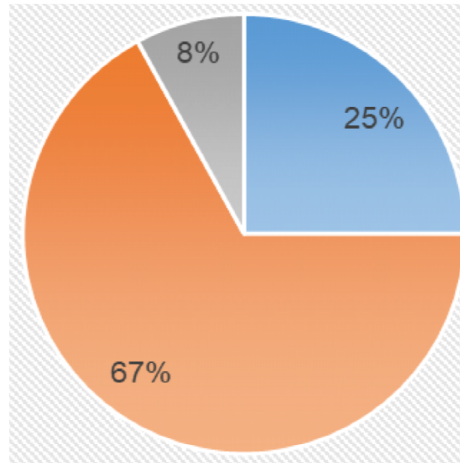
Nesse estudo foram avaliados três requisitos de suma importância para a qualidade da gasolina: a porcentagem de álcool anidro, a aparência e a acidez. Foram recolhidas em um período de três semanas consecutivas 1L de gasolina em 12 postos e transportadas sob baixa temperatura para o Laboratório de Química da Universidade Federal do Maranhão, Campus São Bernardo. No entanto antes do início das coletas foi aplicado um questionário de sondagem para se conhecer melhor o campo de pesquisa como mostra os **Gráficos de 1 a 4**.

### 5.1 Entrevista realizada com os frentistas

Antes da coleta das amostras foi aplicado um questionário que teve como objetivo fazer um estudo prévio dos postos que fariam parte da pesquisa. Foram selecionados 12 postos (6 de São Bernardo e 6 de Santa Quitéria) e realizada uma entrevista constando de cinco questões conforme o **Apêndice A**. Os resultados das perguntas estão expressos através de gráficos para uma melhor visualização.

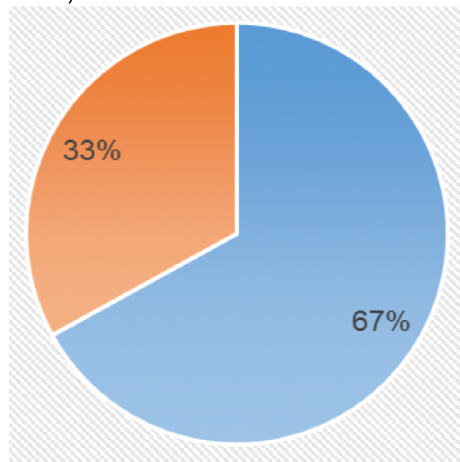
De acordo com o **Gráfico 1** foi verificado que 67% dos postos são reabastecidos semanalmente, essa frequência de reabastecimento está relacionada com o fluxo de clientes de cada posto. Os estabelecimentos que abastecem duas vezes por semana (25%) são os que possuem maior infraestrutura, já os 8% restantes representam os postos com estruturas menores e mais simples e são abastecidos quinzenalmente.

**Gráfico 1** – Frequência de reabastecimento em postos de combustíveis, ■ - Duas vezes por semana, ■ - Semanalmente e ■ - Quinzenalmente



Conforme o **Gráfico 2** foi constatado que 67% do combustível comercializado nas duas cidades vem diretamente da distribuidora de São Luís e 33% de postos da mesma rede que estão localizados também em São Luís.

**Gráfico 2** – Origem do abastecimento de gasolina dos postos amostrados, ■ - Outros postos da mesma rede, ■ - Distribuidoras localizadas em São Luis - MA

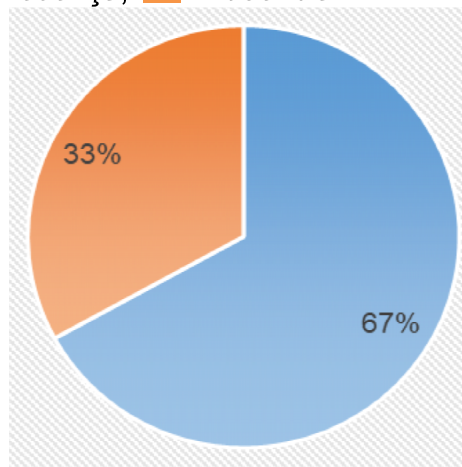


Quando perguntados sobre a adição de álcool anidro à gasolina foi verificado que a gasolina adquirida das distribuidoras e dos postos já são fornecidas aos postos amostrados com a adição de álcool anidro. Esse terceiro questionamento nos informa que nos casos avaliados, a gasolina encontrada fora da norma já vem com adulteração da distribuidora de forma que caberia aos postos abastecidos verificar de forma assídua a gasolina adquirida no momento da entrega. Cabe aqui uma ressalva a cerca da atribuição da responsabilidade sobre a adulteração do

combustível, se a mesma recai sobre o posto distribuidor ou sobre o posto fornecedor.

Segundo o **Gráfico 3**, observou-se que dos 12 postos analisados, 67% possuem aparato para teste de gasolina e 33% não possuem. Apesar de ser um equipamento de suma importância e extremamente simples ainda há postos no mercado que não possuem esse equipamento, os motivos da ausência desse equipamento nos postos não foram relatados pelos frentistas.

**Gráfico 3** – Presença do aparato para teste da porcentagem de álcool anidro em postos de gasolina, ■ - Presença, ■ - Ausência

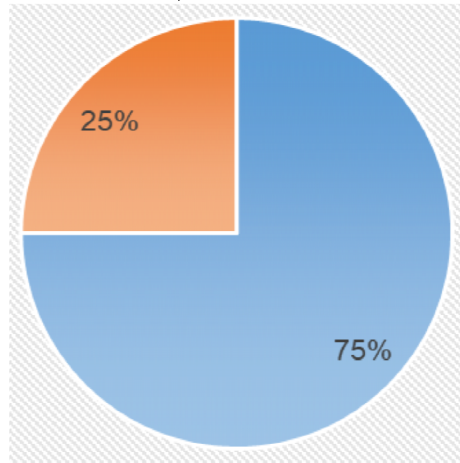


De acordo com o **Gráfico 4** nota-se que 75% dos postos relataram que os clientes não solicitam o teste da gasolina apesar da presença do aparato necessário para a realização do mesmo, ou seja, o cliente ainda confia apenas no fornecedor para garantir a qualidade da gasolina consumida. Além disso, também foi relatado pelos pesquisados que o teste não é solicitado pelos consumidores, atribuindo isto ao fato de nunca ter havido problema algum com a gasolina fornecida em seus estabelecimentos.

Em um dos estabelecimentos pesquisados o frentista relatou que a fiscalização realizada por órgãos oficiais acontece somente uma vez por mês.

Já os 25% que solicitam o teste da gasolina, os frentistas relatam que esse teste é feito principalmente para verificar a presença de água.

**Gráfico 4** – Solicitação da realização de teste rápido pelos consumidores segundo relatado pelos frentistas entrevistados, ■ - Não solicitam, ■ - Solicitam



## 5.2 Teor de álcool anidro na gasolina

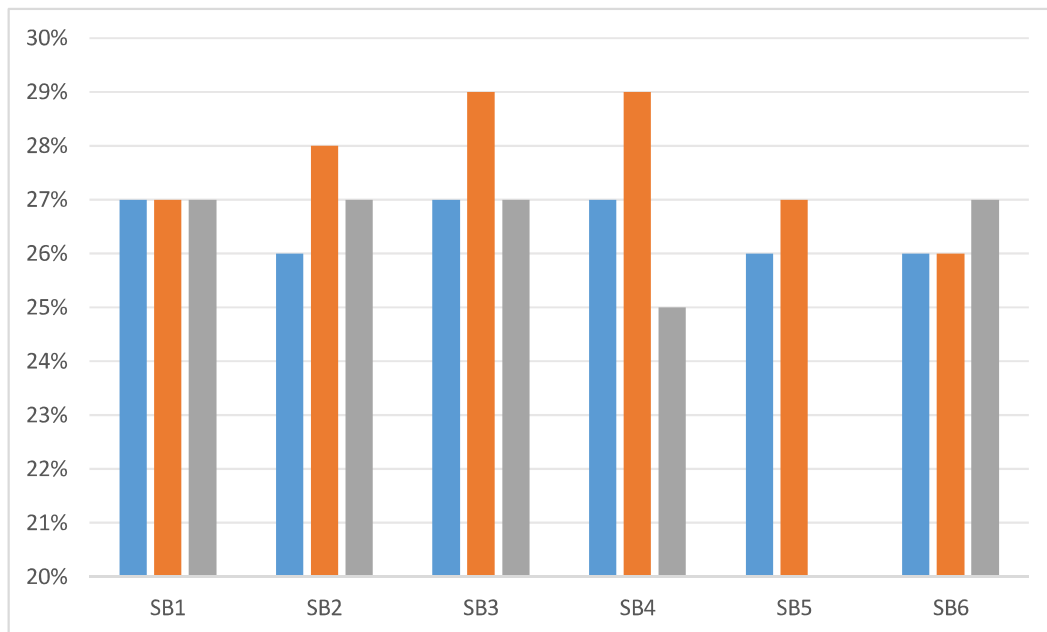
Na análise da porcentagem de álcool anidro os ensaios foram realizados em duplicata retirando-se a média dos resultados obtidos. A referência adotada para a porcentagem de álcool anidro foi 27% com variação de  $\pm 1$  de acordo com a resolução N° 1, de 04 de março de 2015. As análises ocorreram em três semanas consecutivas e para os ensaios realizados foram adotados os procedimentos descritos pela norma ABNT:NBR 13992:2015. Os resultados foram expressos através de gráficos para melhor apresentação.

A verificação da quantidade do teor de álcool na gasolina é possível devido à polaridade que ambos apresentam. A gasolina possui caráter apolar partindo desse princípio a mesma se dissolverá em um solvente apolar, mas o que ocorre na mistura da gasolina com uma solução aquosa de cloreto de sódio é diferente, pois a porcentagem de álcool presente na gasolina migra para a solução aquosa, pois tanto a solução de cloreto de sódio e o álcool possui propriedades polares. Sendo assim, apesar da diferença de polaridade a gasolina e o álcool possui tendência a se misturarem já que o álcool é uma substância que possui uma parte polar e outra apolar, onde o grupo etila que é apolar interage com a gasolina, já o grupo hidroxila que é polar se mistura com a água.

De acordo com o **Gráfico 5** vimos que na cidade de São Bernardo os resultados apresentaram-se da seguinte forma: na amostra SB1 foi observado que ela se manteve constante nas três semanas com um percentual de 27%, já na

amostra SB2 houve bastante variação em seus resultados (26% a 28%), mas apesar da variação a mesma ainda continuou dentro do estabelecido. As amostras SB3 e SB4 apresentaram resultados semelhantes havendo um percentual maior de álcool (29%) na segunda semana. A amostra SB5 apresentou-se dentro da média (27%) na primeira e segunda semana já na terceira a análise não pode ser concluída, pois o estabelecimento estava sem combustível para fornecimento. Na amostra SB6 verificou-se que as amostras permaneceram dentro do estabelecido.

**Gráfico 5** – Teor de álcool anidro em amostras coletadas na cidade de São Bernardo - MA em um período de três semanas, ■ - Semana 1, ■ - Semana 2 e ■ - Semana 3

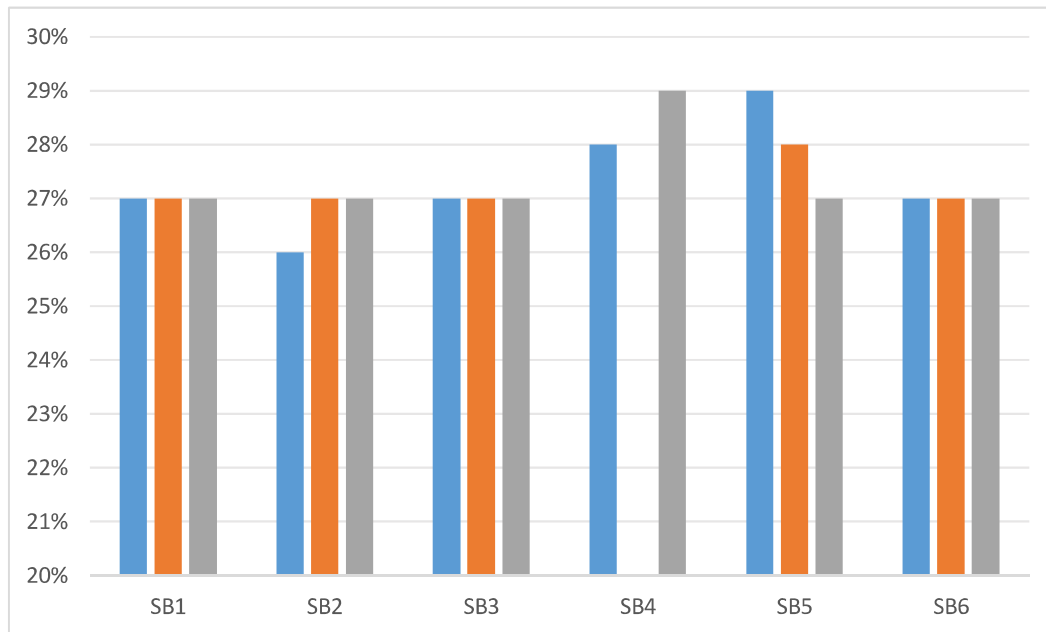


O **Gráfico 6** mostra os resultados da porcentagem de gasolina coletada na cidade de Santa Quitéria do Maranhão, os procedimentos adotados foram os mesmos descritos anteriormente para a cidade de São Bernardo.

A amostra SQ1 mostrou-se constante durante as três semanas de análise (27%), já para amostra SQ2 observou-se uma variação na primeira semana, mas mesmo assim apresentou-se dentro do estabelecido. A amostra SQ3 manteve-se constante igual à amostra SQ1 apresentando 27% de porcentagem de álcool. Na amostra SQ4 foi observado um percentual maior de álcool na terceira semana (29%) já na segunda semana não foi possível realizar a coleta, pois o posto estava sem combustível. Em contradição aos demais resultados a amostra SQ5 apresentou um

percentual maior na primeira semana de coleta (29%) diminuindo 1% gradativamente nas semanas seguintes. E por fim a amostra SQ6 se mostrou constante nas três semanas apresentando um percentual de 27% como as amostras SQ1 e SQ3.

**Gráfico 6** – Teor de álcool anidro em amostras coletadas na cidade de Santa Quitéria – MA em um período de três semanas, ■ - Semana 1, ■ - Semana 2 e ■ - Semana 3



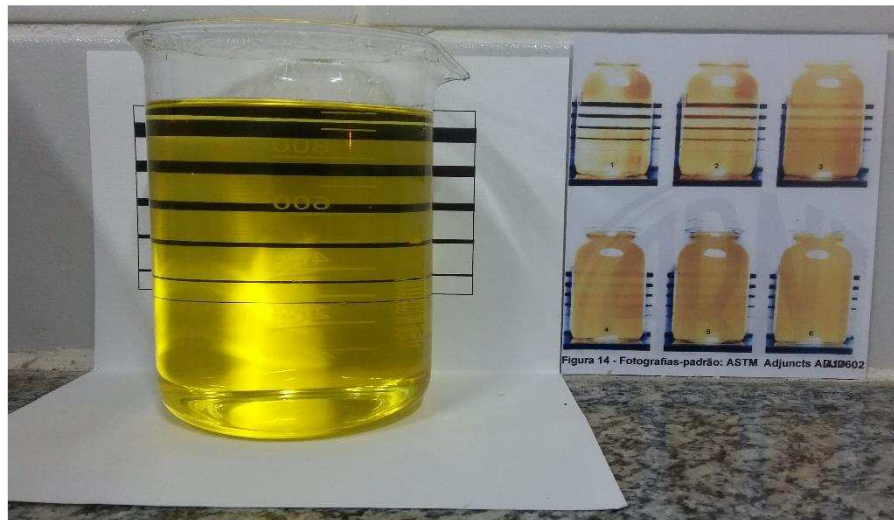
Os resultados obtidos no presente trabalho mostraram que 11% das amostras analisadas estavam adulteradas.

A pesquisa mostrou que todos os postos com bandeira apresentaram dentro do padrão estabelecido. Contudo, as alterações encontradas nas amostras foram a partir de postos sem bandeira. Verifica-se que mesmo o custo do combustível sendo mais elevado que os valores dos postos sem bandeiras, os consumidores preferem os postos com bandeiras, pois trazem mais credibilidade e confiança.

### 5.3 Aparência

Na análise da aparência foram estabelecidos dois procedimentos conforme a norma ABNT NBR 14954:2011. No primeiro método utilizou-se o método

visual onde foram colocados 900 ml da amostra em um béquer de 1000 ml, em seguida foi registrado a presença de água livre e material particulado bem como seu aspecto. Como no segundo procedimento foram utilizados os mesmos 900 ml de gasolina adicionados ao béquer de 1000 ml, colocados em frente à carta de barras-padrão para que dessa forma fosse verificado a presença de material particulado ou água livre na gasolina bem como sua turbidez. Na sequência foi posicionado uma fotografia-padrão ao lado da amostra como ilustra a **Figura 7** para que assim fosse realizada a comparação, obedecendo uma faixa de numeração de 1 a 6, ou seja, quanto mais próximo a numeração 6 mais irregular a mesma se encontra.



**Figura 7** – Análise da turbidez da gasolina utilizando carta-padrão e fotografia-padrão.

Pelas análises realizadas concluiu-se que as amostras analisadas se apresentaram de acordo com as especificações estabelecidas pela norma ABNT NBR 14954:2011, que determina que a gasolina deva apresentar-se límpida, ausente de água livre e material particulado resultado este semelhante ao de Domingos et al (2015) onde as amostras também apresentaram cor amarela, aspecto límpido e isento de impurezas. Todas as amostras foram enquadradas no nível 1 para turbidez, demonstrando ausência total de material particulado nas amostras coletadas.

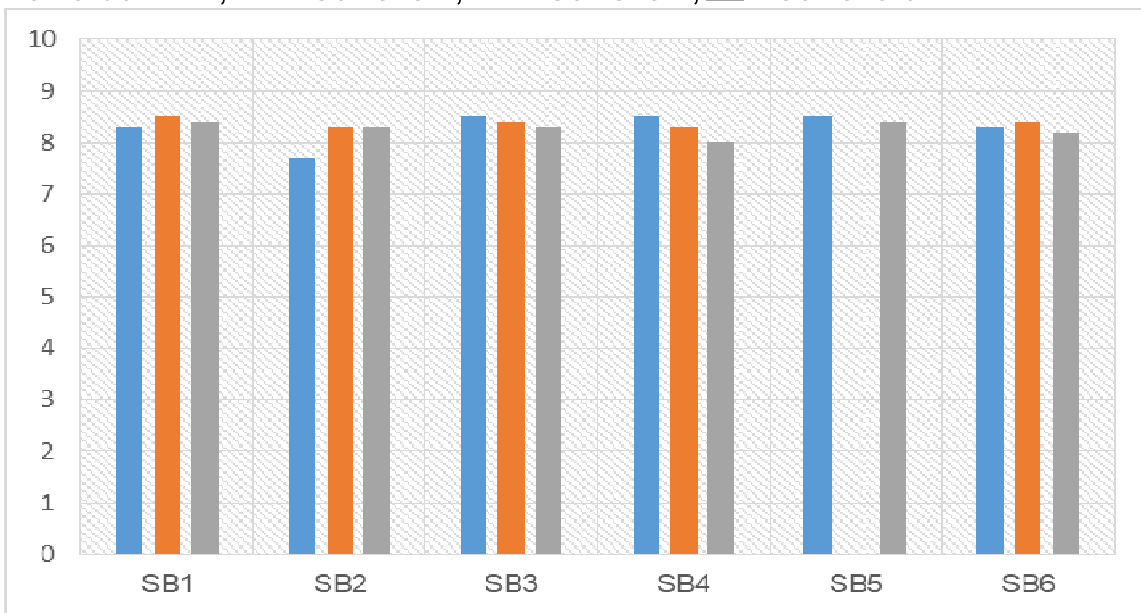


## 5.4 Acidez

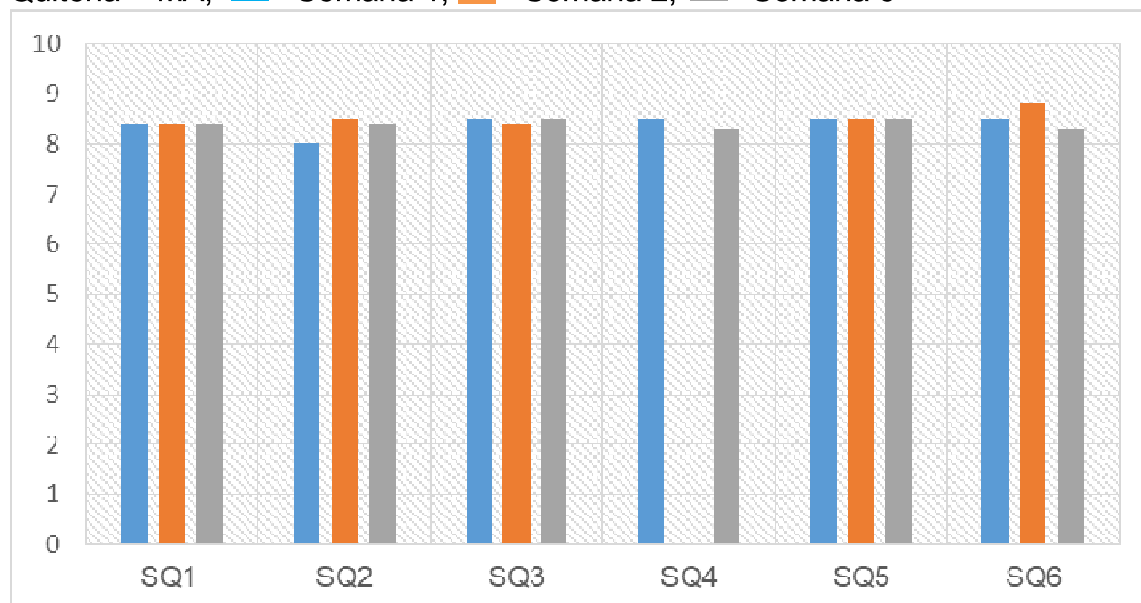
Para a análise da acidez foi utilizado como referência o método descrito por Ana Oliveira et al (2013) com modificações pela substituição do papel tornassol por um peagâmetro portátil. Foram utilizados 20 ml de gasolina de cada amostra para a realização da medição do pH.

De acordo com os **Gráficos 7 e 8** percebe-se que todas as amostras se mostraram dentro do estabelecido pela norma vigente (pH entre 7,5 a 8,5).

**Gráfico 7** – Acidez da gasolina coletada em três semanas na cidade de São Bernardo – MA, ■ - Semana 1, ■ - Semana 2, ■ - Semana 3



**Gráfico 8** – Acidez da gasolina coletadas durante três semanas na cidade de Santa Quitéria – MA, ■ - Semana 1, ■ - Semana 2, ■ - Semana 3



## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante dos resultados obtidos verifica-se uma certa falta de interesse pela maioria (75%) da população consumidora de gasolina na realização do teste de verificação da qualidade da gasolina consumida apesar de a maioria (67%) dos postos avaliados apresentarem o aparato necessário para a realização dos mesmos.

A aparência e a acidez das amostras de gasolina analisadas em todos os postos estavam conforme a legislação em vigor, apresentando uma aparência límpida, ausente de água livre e material particulado e sem turbidez e pH próximo a escala 8.

Cerca de 11% das amostras de gasolina analisadas estavam fora do estabelecido pela legislação em vigor, apesar do relato dos pesquisados de que durante todos os abastecimentos, a gasolina passa por verificação.

É interessante ressaltar que durante as três semanas de análises alguns estabelecimentos apresentaram variação na porcentagem de álcool anidro. Sendo que a fiscalização não ocorre na mesma frequência do abastecimento dos postos de combustíveis, de forma que o ideal seria a realização de testes sempre que ocorre o abastecimento. Durante a pesquisa verificou-se que a maioria dos clientes não busca informações da qualidade da gasolina ofertada em seus municípios.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR: 13992**: gasolina automotiva: determinação do teor de etanol. Rio de Janeiro, 2015.

\_\_\_\_\_. **NBR: 14954**: combustível destilado: determinação da aparência. Rio de Janeiro, 2011.

ALVES, J. K. P. **Estudo do desempenho antioxidativo de um novo composto derivado do cardanol hidrogenado aplicado à gasolina automotiva**. 2006. 75 f. Monografia (Bacharel em Engenharia Química)- Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2006.

ARÊAS, G. **O petróleo da Venezuela ou a Venezuela do Petróleo**: história da dependência político- econômico. 2008. 51 f. Monografia (Bacharel em Ciências Econômicas) -Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2008.

CARVALHO, S. P.; CORRIJO, E. L. O. **A produção do álcool: do proálcool ao contexto atual**. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL, 45., 2007, Londrina. **Anais...** Londrina: UEL, 2007. p. 1-13.

CASELLI, B. C. **Mercado de álcool combustível**: evolução do padrão de concorrência a partir da década de 90 e o papel de políticas setoriais. 2004. 62 f. Monografia (Bacharel em Economia)- Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2004.

CIDADE-BRASIL. **Município de Santa Quitéria**. 2016. Disponível em: <<http://www.cidade-brasil.com.br/municipio-santa-quiteria-do-maranhao.html>>. Acesso em: 23 dez. 2016.

\_\_\_\_\_. **Município de São Bernardo**. 2016. Disponível em: <<http://www.cidade-brasil.com.br/municipio-sao-bernardo.html>>. Acesso em: 23 dez. 2016.

CORRÊA, O. L. S. **Petróleo: noções sobre explorações, perfuração, produção e microbiologia**. Rio de Janeiro: Interciência, 2003.

CORREIA, E. L. **A retomada do uso do álcool combustível no Brasil**. Juiz de Fora: Universidade Federal de Juiz de Fora, 2007. 8 p.

CRUBELLATI, D. et al. Análise do teor de álcool na gasolina. In: SIMPOSIO DE BASE EXPERIMENTAL DAS CIÊNCIAS NATURAIS DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO ABC, 9., 2011, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Santo André, 2011. p. 1.

DAZZANI, M. et al. Explorando a química na determinação do teor de álcool na gasolina. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 17, n.1, p. 42-45, maio 2003.

DOMINGOS, I. S. et al. **Determinação do aspecto, massa específica e teor de etanol de amostras de gasolina tipo c comum, comercializadas em patu-rn.** 2015.

FLUMIGNAN, D. L. **Caracterização da qualidade e interpretação das propriedades físico-químicas de gasolinas C brasileiras através de cromatografia gasosa e métodos quimiométricos.** 2005.

FOGAÇA, J. R. V. **Craqueamento do petróleo.** [2017]. Disponível em: <<http://brasilecola.uol.com.br/quimica/craqueamento-petroleo.htm>>. Acesso em: 03 jun. 2017.

FREUDENRICH, C. C. **Como funciona o refino de petróleo.** [s.d.]. Disponível em: <<http://www.saviesa.org.br/mapeamento/biblioteca/Como%20funciona%20o%20refino%20de%20petroleo.pdf>>. Acesso em: 13 maio 2017.

GRUNKRAUT, M. **Petróleo.** 2012. Disponível em: <[http://www.coopermiti.com.br/coopermiti\\_admin/pdfs/fa7011ea3f96e7415f393a4474eaf485.pdf](http://www.coopermiti.com.br/coopermiti_admin/pdfs/fa7011ea3f96e7415f393a4474eaf485.pdf)>. Acesso em: 11 ago. 2016.

HASSUANI, S. J.; LEAL, M. R. L. V.; MACEDO, I. C. Resumo de Química: densidade. **Guia do Estudante.** 2016.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Santa Quitéria.** [S. l.]. 2010. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=231220>>. Acesso em: 12 dez. 2016.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **São Bernardo.** [S. l.]. 2010. Disponível em <<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=211060&search=mara%20nhaol|sao-bernardo>>. Acesso em: 12 dez. 2016.

LOBO, M. T. G. Tudo sobre gasolina. **Cultivar Máquinas.** Pelotas, n. 15, nov./dez. 2002.

LUZ, E. R. **A gasolina.** In\_ Predição de propriedades usando espectroscopia. FTIR e regressão por mínimos quadrados parciais. Rio de Janeiro: Departamento de química, 2003. Cap. 4, p.18-28.

MEDEIROS, G. S. **Efeito da amônia sobre as propriedades físico-químicas do Sistema Aguarrás/água de produção de petróleo.** 2006. 58 f. Natal, 2006. Monografia (Especialização em Engenharia de Petróleo)- Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2006.

MOTA, L. A et al. **Determinação do teor de álcool presente na gasolina comercializada na cidade de Pontes e Lacerda – MT.** 2013.

NICHETTI, T. **Atualização do conhecimento científico tecnológico sobre as técnicas de determinação do ponto de fulgor, massa específica de produtos do petróleo e condutividade elétrica do etanol.** 2010. 66 f. Monografia (Bacharel em Química Industrial)- Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.

OLANYK, L. Z. et al. 2014. **Avaliação das emissões gasosas, parâmetros de qualidade e desempenho de consumo de um motor de combustão interna operando com misturas gasolina/adulterante em diferentes proporções.** Revista Ciatec-UFP, v. 6, n. 2, p. 15-30.

OLIVEIRA, A. K. C. et al. **Avaliação do Teor de Álcool na Gasolina a Partir das Normas Vigentes em 2013.** In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DO IFRN, 9., 2013, Natal. Tecnologia e Inovação para o Semiárido.

OLIVEIRA, J. E. et al. **Avaliação da qualidade das gasolinas brasileiras através da relação aromáticos / oleofinas.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE P&D EM PETRÓLEO E GÁS, 3., 2005, Salvador. Anais eletrônicos... Salvador: Instituto Brasileiro de Petróleo e Gás (IBP), 2005.

PINTO, V. D. A. **Gasolina: uma proposta temática para estudo do petróleo no ensino de química.** 2012. 41 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Química)- Universidade de Brasília, Brasília, 2012.

PUPPIM, A. **Detecção de Gasolina Adulterada pela Técnica de TGA- FTIR.** 2015. 55 f. Monografia (Bacharel em Engenharia de Energia)- Universidade de Brasília, Brasília, 2015.

RIBEIRO, O. M. S. **Desenvolvimento de um modelo cinético para a reforma catalítica do n-octano sobre o catalisador Pt/L.** 2005. 107 f. Monografia (Bacharel em Engenharia Química)- Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2005.

ROCHA, E. G. A. **Análise e desenvolvimento de técnicas analíticas para estimativa de parâmetros físico-químicos dos combustíveis líquidos.** 2002. 120 f. Monografia (Bacharel em Engenharia Química)- Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2002.

SANTOS, R. T. F.; SANTOS, M. O.; OLIVEIRA, M. M. **Determinação do teor de álcool presente na gasolina comercializada na cidade de Caxias – MA.** 2012.

SANTORO, A. C. B. Petróleo. In: **Bioquímica, petróleo, carvão e gás natural.** São Paulo: Sistema Ético de Ensino, 2016. cap. 3.

SCAFI, S. H. F. **Sistema de monitoramento em tempo real de destilações de petróleo e derivados empregando a espectroscopia no infravermelho próximo.** Campinas, 2005.

SILVA, E. P; SILVA, H. M. G. **Determinação do índice de acidez em óleo de milho para produção de biodiesel.** 2010.

SILVA, W. R. **O aumento da descoberta de campos de óleo no Brasil e os problemas de sua utilização no país e exportação para o mercado externo.** [s. d.].

SPIRO, T. G.; STIGLIANI, W. M. **Química ambiental.** 2. ed. São Paulo: Pearson, 2009.

SZKLO, A. S.; ULLER, V. C. **Fundamentos do refino do petróleo: tecnologia e economia.** 2. ed. rev. ampl. Rio de Janeiro: Interciência, 2008.

SISTEMA DE INFORMAÇÕES TERRITORIAIS. **O território.** 2016. Disponível em: <[http://www.territoriosdacidadania.gov.br/dotlrn/clubs/territoriosrurais/baixoparnabama/one-community?page\\_num=0](http://www.territoriosdacidadania.gov.br/dotlrn/clubs/territoriosrurais/baixoparnabama/one-community?page_num=0)>. Acesso em: 02 dez. 2016.

SOUZA, Líria Alves. **Combustíveis.** Disponível em: <[dehttp://mundoeducacao.bol.uol.com.br/quimica/indice-octano-combustiveis.htm](http://mundoeducacao.bol.uol.com.br/quimica/indice-octano-combustiveis.htm)>. Acesso em 27 jul. 2017.

THOMAS, J. E. (Org.). **Fundamentos de engenharia de petróleo.** 2. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2004.

SILVA, S. R. R.; TAVARES, B. M. **Biodiesel: fonte de combustível limpo atuando como rica contribuição estratégica, social e ecológica na região de Lins** : Bertin LTDA. / Sheila Regina Rocha; Bruno Manoel. . – Lins, 2008.

UNGAR, G. C. **Separação e Caracterização de Frações de Petróleo (SARA) para modelagem de unidade de coqueamento retardado.** 2012. 60 f. Monografia (Bacharel em Engenharia Química)- Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

VILELA, L. P. **Controle automático de Ph para uma planta piloto de uma célula de flotação de bancada.** 2013. Monografia (Monografia (Graduação) – Universidade Federal de Ouro Preto. Escola de Minas. Colegiado do Curso de Engenharia de Controle e Automação, 2013.

## APÊNDICE

Questionário de sondagem aplicado aos frentistas dos postos pesquisados.

1. Qual a frequência de reabastecimento nesse posto?
2. Qual o fornecedor ou a origem (Estado) da gasolina que abastece esse estabelecimento?
3. A adição de álcool anidro é realizada nesse estabelecimento ou já é comprada com essa adição?
4. Nesse posto consta o aparato para o teste da porcentagem de álcool anidro na gasolina?
5. Os clientes solicitam o teste da porcentagem de álcool anidro?