

**CARLOS HENRIQUE PRUDENTE**

**ESTUDO DA QUALIDADE DA GASOLINA EM POSTOS DE  
ABASTECIMENTO DA CIDADE DE CÂNDIDO MOTA**

Assis

2010

CARLOS HENRIQUE PRUDENTE

ESTUDO DA QUALIDADE DA GASOLINA EM POSTOS DE  
ABASTECIMENTO DA CIDADE DE CÂNDIDO MOTA

Trabalho de conclusão de  
curso de Curso apresentado ao  
Instituto Municipal de Ensino  
Superior de Assis, como  
requisito do Curso de  
Graduação

Orientador: Prof<sup>a</sup>. Ms. Gilcelene Bruzon

Área de Concentração: Química

Assis

2010

## FICHA CATALOGRÁFICA

PRUDENTE, Carlos Henrique

Estudo da qualidade da gasolina em postos de abastecimento da cidade de Cândido Mota / Carlos Henrique Prudente. Fundação Educacional do Município de Assis - FEMA -- Assis, 2010.

37p.

Orientador: Gilcelene Bruzon.

Trabalho de Conclusão de Curso – Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis – IMESA.

1. Gasolina 2. Combustíveis 3. Adulteração.

CDD:660  
Biblioteca da FEMA

# ESTUDO DA QUALIDADE DA GASOLINA EM POSTOS DE ABASTECIMENTO DA CIDADE DE CÂNDIDO MOTA

CARLOS HENRINQUE PRUDENTE

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado ao Instituto Municipal  
de Ensino Superior de Assis, como  
requisito do Curso de Graduação,  
analisado pela seguinte comissão  
examinadora:

Orientador: Prof<sup>a</sup>. Ms Gilcelene Bruzon

Analisador: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Mary Leiva de Faria

Assis  
2010

## DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus pais, minha namorada, meus amigos, aos professores e aos alunos e futuros alunos do curso de Química.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pela vida e saúde que me tem concedido.

Aos meus pais que sempre me ensinaram, incentivaram e deram discernimento nas minhas escolhas.

Ao professor Idélcio Nogueira da Silva, por ter sido um professor, um amigo e companheiro.

Ao professor Antonio Martins de Oliveira que hoje não faz mais parte da FEMA, mas que jamais será esquecido por seus alunos.

A professora Mary Leiva de Faria por sua garra e dedicação na coordenação ao curso de Química.

A minha orientadora Gilcelene Bruzon, pela orientação e toda a paciência que teve comigo.

A todos os professores que correspondem ao corpo docente do curso de Química, pois todos foram imensamente atenciosos e prestativos.

A minha namorada, por estar sempre presente nos momentos necessários e por todo o apoio e incentivo concedido.

Aos meus amigos, pois eles me ajudaram muito durante todos esses anos em especial o Guilherme, Renann, Rando, Ricardo, Rodolfo, Rafael, Lucas, Helton, Thulli, Alexandre, Jarley e Angela, Tatiana, que estavam sempre ao meu lado proporcionando um ambiente mais agradável e uma amizade inesquecível.

Quanto mais sábio fico...  
...mais percebo o tamanho da  
minha ignorância.

## RESUMO

Este trabalho discute o processo de obtenção da gasolina, através do refino do petróleo, sua comercialização, e possíveis danos causados nos veículos devido ao uso de gasolina adulterada. Este estudo, ainda aborda alguns derivados do petróleo como o carvão o gás natural, além de aditivos da gasolina como o tetraetilchumbo, não mais utilizado devido sua alta toxicidade, e o etanol anidro produzido pelas usinas de cana-de-açúcar, para ser misturado à gasolina. A adulteração geralmente é feita com o acréscimo de quantidade além da permitida de etanol ou solventes que são misturados a gasolina, com o intuito de gerar mais lucro. Este estudo tem como objetivo coletar e analisar amostras de gasolina proveniente de todos os postos de combustíveis da cidade de Cândido Mota e constatar possíveis adulterações. Para identificar a adulteração utilizou-se o método de análise conhecido como “teste de proveta”. A identificação da adulteração foi realizada visualmente por meio da interface no sistema heterogêneo água-gasolina, o qual consiste em separar o etanol da gasolina e observar a porcentagem deste contida na amostra, já que a gasolina comercial possui coloração. Foram feitas coletas de amostras de gasolina entre os meses de maio a outubro de 2010, sendo três coletas em intervalo de dois meses cada coleta. Os resultados das análises mostraram que a adulteração ocorreu em dois dos seis postos da cidade apenas no mês de maio, não havendo adulteração da gasolina comercializada nos demais meses. Foi mantida uma porcentagem de gasolina entre 20 a 23%, estando dentro dos padrões ABNT que estipula uma variação de 20 a 25% de etanol anidro. Assim, concluímos que os postos de combustível da cidade de Cândido Mota encontram-se em conformidade com a legislação. O presente trabalho aborda também a aplicação de algumas análises feitas com a gasolina no ensino da disciplina de Química para o ensino médio.

**Palavras-chave:** Gasolina; Combustíveis; adulteração.

## ABSTRACT

This work discusses the process of obtaining gasoline, through the refinement of petroleum, marketing, and possible damage to vehicles due to use of adulterated petrol. This study also addresses some petroleum products such as coal and natural gas, and gasoline additives such as tetraethyl lead, no longer used because of its high toxicity, and anhydrous ethanol produced by the plants of cane sugar to be mixed with gasoline. Tampering is often done with the additional amount beyond the permitted ethanol or solvents that are mixed with gasoline in order to generate more profit. This study aims to collect and analyze samples from all petrol filling stations in the city of Cândido Mota and finds possible adulteration. To identify the adulteration used the method of analysis known as the "test" test-tube. The identification of adulteration was done visually through the interface in heterogeneous water-gas system, which consists of separating the ethanol gasoline and observe the percentage of that contained in the sample, since the commercial gasoline has coloring. Collections were made on samples of gasoline during the months from May to October 2010, three samples at intervals of two months each collection. The analysis results showed that the tampering occurred in two of the six stations in the city for the month of May, with no adulteration of gasoline sold in other months. Was maintained between 20 percent gasoline and 23%, being within ABNT which stipulates a range of 20 to 25% of anhydrous ethanol. Thus, we conclude that the gas stations in the city of Cândido Mota are in accordance with the law. This paper also addresses the application of some analysis done with the gasoline in the teaching of Chemistry course for high school.

**Keywords:** Gasoline, Fuel; tampering

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Plataforma marítima de extração de petróleo.....	15
Figura 2 - Estrutura do tetraetilchumbo.....	22
Figura 3 - Ligação de hidrogênio do etanol com a água.....	28
Figura 4 - Ilustração do método utilizado na determinação das porcentagem de álcool na gasolina.....	29
Figura 5 - Figura da análise.....	30
Figura 6 - Amostras de (a) água, (b) gasolina, e (c) água com gasolina utilizando permanganato de potássio, $\text{KMnO}_4$ (composto iônico) e iodo, $\text{I}_2$ (substância covalente apolar).....	33

## SUMÁRIO

<b>1.</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>14</b>
<b>2.</b>	<b>COMBUSTÍVEIS FÓSSEIS.....</b>	<b>15</b>
2.1	GÁS NATURAL.....	16
2.2	PETRÓLEO.....	17
2.3	CARVÃO.....	18
2.4	GASOLINA.....	19
<b>3.</b>	<b>ADITIVOS DA GASOLINA.....</b>	<b>21</b>
3.1	ETANOL .....	21
3.2	TETRAETILCHUMBO.....	22
<b>4.</b>	<b>ENTENDENDO A ADULTERAÇÃO DE COMBUSTÍVEIS.</b>	<b>23</b>
4.1	O QUE OCORRE NOS VEÍCULOS.....	24
<b>5.</b>	<b>MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>	<b>26</b>
5.1	MATERIAIS NECESSÁRIOS.....	26
5.2	PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL.....	26
5.2.1	Preparação da solução NaCl 10% (m/v).....	26
5.2.2	Determinação da porcentagem de água na gasolina.....	27
<b>6.</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>28</b>
<b>7.</b>	<b>APLICAÇÃO DO TEMA NA LICENCIATURA.....</b>	<b>31</b>

7.1	EXPERIMENTAÇÃO SOBRE O TEMA PARA APLICAÇÃO EM AULAS.....	31
7.2	Materiais e reagentes.....	31
7.3	Procedimento.....	32
7.4	Finalidade do experimento.....	34
8.	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>35</b>
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>36</b>

## 1. INTRODUÇÃO

A adulteração de combustíveis é um caso preocupante e de grande ocorrência em todo o território nacional, levando a Agência Nacional do Petróleo (ANP) a intensificar esforços no sentido de coibir essa ação ilícita.

O uso de gasolina adulterada traz diversas conseqüências, sendo que a primeira a ser notada pelos consumidores são os danos provocados no veículo. Uma gasolina com excesso de álcool anidro provoca a desregulagem do motor e o aumento do consumo de combustível. Além disso, com o tempo, o álcool provoca corrosão das partes metálicas que entram em contato com o combustível, sendo necessária a abertura do motor para limpeza e substituição de peças danificadas. A adição de solventes como o tolueno provoca a deterioração de tubos e mangueiras de borracha. Os resíduos tendem a depositar-se no diafragma da bomba de gasolina. Um diafragma sujo tem seu poder de sucção diminuído, o que será sentido pelo veículo caso este necessite vencer obstáculos como rampas e ladeiras (TAKESHITA, 2006).

Além da ação sobre o veículo, o uso de combustíveis adulterados afeta o meio ambiente, uma vez que a combustão torna-se irregular e a emissão de compostos como NOx (óxidos de azoto) e SOx (óxidos de enxofre), causadores de chuva ácida, e CO<sub>2</sub> que é altamente asfixiante é aumentada (TAKESHITA, 2006).

Os combustíveis quando distribuídos devem ter sua qualidade assegurada, porém, diversos postos acabam adulterando o mesmo. Para que os veículos não sejam danificados há a necessidade de monitorar se a qualidade do combustível está sendo mantida. Assim esse trabalho tem o intuito de verificar se a gasolina vendida nos postos segue os parâmetros estabelecidos pela ANP, bem como verificar a qualidade da gasolina vendida nos postos da cidade de Cândido Mota e quantificar a porcentagem de álcool presente na gasolina.

## 2. COMBUSTÍVEIS FÓSSEIS

Os combustíveis fósseis resultam de um processo muito lento de decomposição das plantas e dos animais, ou seja, da matéria orgânica. Este processo de transformação durou milhões de anos e originou o carvão, o petróleo e o gás natural. É devido a este longo período de tempo necessário à sua formação que dizemos que os combustíveis fósseis não são renováveis: uma vez gastos, a humanidade não disporá deles tão cedo (ABNT, 1986).

O impacto dos combustíveis fósseis no ambiente é prejudicial. A sua queima origina produtos de combustão, que poluem o ar a nível local e regional, entre os quais o dióxido de carbono, que contribui para o efeito de estufa a nível global, o qual está na origem das alterações climáticas. A sua prospecção e transporte têm também impactos negativos no ambiente (ABNT, 1986). Na figura 1 podemos observar uma plataforma de petróleo.



**Figura 1 – Plataforma marítima de extração de petróleo (In: PETROBRAS, 2005)**

## 2.1 GÁS NATURAL

O gás natural é um combustível de origem fóssil, é mais leve que o ar (o que é vantajoso para as condições de segurança), sendo constituído majoritariamente por metano. O metano é um composto químico simples constituído por átomos de carbono e hidrogênio. A sua fórmula química é o  $\text{CH}_4$ . Este gás é altamente inflamável e encontra-se em reservatórios subterrâneos. O seu transporte pode ser feito através de gasodutos (tubagens de gás enterradas debaixo do solo) ou em navios, chamados metaneiros. O transporte em metaneiro exige o aumento ou não da pressão do gás natural, até este atingir a fase líquida, para assim ocupar menos volume. O seu armazenamento é feito em tanques ou em outras instalações subterrâneas. O gás é depois distribuído através de tubos até aos locais de consumo (casas, fábricas e centrais elétricas), servindo nestas últimas de combustível para produzir eletricidade (BAIRD, 2005).

O gás natural é, entre os combustíveis fósseis, aquele cuja queima tem menor impacto no ambiente: produz cerca de 40% menos dióxido de carbono do que o petróleo, para igual conteúdo energético, quase nenhum óxido de enxofre e nenhuma cinzas. Relativamente às condições de segurança no seu transporte e utilização, o gás natural não tem odor nem pode ser visto. No caso de fuga de gás, que se deve evitar o mais possível, o gás natural eleva-se para os locais mais altos do espaço em que ocorre a fuga, por ser mais leve que o ar. O processo de odorização é realizado, exclusivamente, como medida de segurança. Por isso, antes de ser canalizado por tubos até aos tanques de armazenamento, mistura-se uma substância ou composto químico que lhe confere um forte odor parecido com ovos podres. Assim, é facilmente identificada uma fuga de gás (BAIRD, 2005).

## 2.2 PETRÓLEO

O petróleo é conhecido por betume, azeite, asfalto e lama. É utilizado desde a antiguidade. No Egito foi utilizado na iluminação noturna, na construção de pirâmides e no embalsamento de múmias (MARIA et al.,2002).

O petróleo é um combustível de origem fóssil, sendo formado por uma mistura complexa de hidrocarboneto (PETROBRAS, 2009). A jazida é formada ao longo de milhares de anos, sendo necessário o depósito de restos de animais e vegetais, mortos, no fundo de lagos e mares. Os sedimentos são depositados sobre o material em decomposição e rochas sedimentares são formadas. Estas rochas são submetidas a altas pressões e temperaturas, que provocam reações químicas complexas formando o petróleo (MARIA et al., 2002). Assim, o petróleo encontra-se impregnado em rochas porosas, associado ao gás natural e à água, designando-se estes locais por jazidas de petróleo (PETROBRAS, 2009).

O marco no petróleo na indústria moderna ocorreu apenas no século XIX, nos EUA, a partir da descoberta de petróleo por Edwin L. Drake (MARIA et al., 2002). As reservas mundiais de petróleo localizam-se em apenas alguns países (países produtores de petróleo), majoritariamente situados no Hemisfério Sul, enquanto a maior parte do consumo se concentra nos países do Hemisfério Norte. A taxa (ou velocidade) do consumo de petróleo é muito superior à da sua formação, pelo que atualmente se caminha na direção do seu esgotamento (PETROBRAS, 2009).

O refino é um conjunto de processos industriais destinados a transformar o petróleo bruto em produtos adaptados às necessidades dos consumidores (carburantes, combustíveis, solventes, lubrificantes, betumes, etc.) ou em matérias- primas para outras indústrias, ditas de “segunda geração” (por exemplo indústria petroquímica). O gás propano e o gás butano obtidos pela destilação fracionada do petróleo são também conhecidos por Gases de Petróleo Liquefeito (GPL). São assim chamados porque nas condições normais de pressão e temperatura o seu estado físico é gasoso. Para efeitos de distribuição ao consumidor, estes gases são armazenados sob pressão em botijas de 13 kg (caso do butano) e em garrafas de 45 kg ou em

reservatórios de maior dimensão, quer de superfície, quer enterrados (caso do propano), encontrando-se deste modo na fase líquida (PETROBRAS, 2009).

Os Gases de Petróleo Liquefeito são obtidos através da refinação do petróleo ou do gás natural, sendo assim também considerados combustíveis fósseis. O GPL pode ser utilizado para aquecimento ambiente de edifícios, para aquecimento de águas quentes sanitárias, para a confecção de alimentos (fogões e fornos) e como combustível para viaturas (GPL Auto). Por vezes, utiliza-se GPL para a produção de frio (frigoríficos de campismo, por exemplo). Quanto às condições de segurança, o GPL tem odor mas é incolor. Porém, ao contrário do gás natural, o GPL é mais pesado do que o ar, permanecendo junto ao pavimento em caso de fuga de gás. Os riscos de acidente por incêndio ou explosão são assim grandes, devendo sempre cumprir-se todas as normas de segurança. Por essa razão, não se devem instalar equipamentos de armazenamento ou queima de GPL a um nível inferior ao do solo, precisamente para evitar a sua acumulação e conseqüente risco de acidente (PETROBRAS, 2009).

## 2.3 CARVÃO

O carvão é um combustível de origem fóssil, consistindo numa substância preta e rígida, parecida com uma pedra. Na sua composição entram o carbono, o hidrogênio, o oxigênio, o azoto e diversas quantidades de enxofre. Entre os vários tipos de carvão refira-se a antracite, a hulha e a lenhite, obtidos através da exploração mineira (BRINK, 2004).

O carvão é o recurso energético de origem fóssil mais abundante mas é também o mais poluente: produz 1,37 vezes mais de dióxido de carbono do que o petróleo, para igual conteúdo energético, emitindo também quantidades significativas de outros poluentes do ar, em particular os óxidos de azoto (NOx), os óxidos de enxofre (SOx) e cinzas. Do carvão podem ainda obter-se outras fontes energéticas, nomeadamente o coque, o gás de carvão e o gás de cidade (BRINK, 2004).

## 2.4 GASOLINA

Entende-se, por gasolina automotiva um derivado de petróleo formado por uma mistura complexa de hidrocarbonetos parafínicos, naftênicos, olefínicos e aromáticos, cuja faixa de destilação varia de 30°C a 220°C (PETROBRAS, 2009).

A gasolina é uma mistura bastante complexa, constituída de mais de uma centena de diferentes hidrocarbonetos, sendo a maior parte de compostos saturados (somente com ligações simples) e contendo de 4 a 12 átomos de carbono por molécula. A fórmula química para gasolina comum é  $C_8H_{15}$ . A faixa de ebulição da gasolina utilizada em automóveis varia de 30 a 220°C; para aviões, a gasolina contém componentes menos voláteis, pois a pressão atmosférica nas alturas é menor e, portanto, a temperatura de ebulição também diminui. A densidade da gasolina é de 0,72 kg/L (0,026 lb/in<sup>3</sup>; 719,7 kg/m<sup>3</sup>; 6,073 lb/US gal; 7,29 lb/gal). A gasolina apresenta uma densidade de energia de aproximadamente 32 MJ/L (9,67 kWh/L; 132 MJ/US gal; 36,6 kWh/US gal) (VIDAL, 1999).

A formulação da gasolina pode demandar a utilização de diversas correntes oriundas do processamento do petróleo: nafta virgem, produto obtido a partir da destilação direta do petróleo e, em geral, de baixa octanagem; nafta craqueada, que é obtida a partir da quebra de moléculas de hidrocarbonetos mais pesados (gasóleos); nafta reformada, obtida de um processo que aumenta a quantidade de substâncias aromáticas, com baixo teor de olefinas (alquenos) e com alto número de octano; nafta de coque, obtida em processo de coqueamento de frações pesadas oriundas da destilação a vácuo do petróleo, constituída principalmente de olefinas e quantidades moderadas de aromáticos, com números de octano de moderados para baixos; e nafta alquilada, obtida em um processo que produz iso-parafinas de alta octanagem a partir de iso-butanos e olefinas. Em média, aproximadamente 74 L (16,2 gal ou 19,5 US gal) de gasolina são produzidos de um barril de 160 L (35 gal ou 42 USgal) de petróleo (aproximadamente 46% em volume), variando de acordo com a qualidade do petróleo e o grau da gasolina (PETROBRAS, 2009).

A característica antidetonante (“antiknock”) de uma gasolina, isto é, sua compressibilidade, que indica se a mistura combustível gasolina-ar não está

explodindo muito rapidamente (antes de o pistão chegar ao fundo do cilindro), é expressa em termos de "número de octano". O número de octano é uma medida da resistência à detonação espontânea. Este número refere-se, na verdade, à quantidade relativa do composto isooctano [ $\text{CH}_3\text{C}(\text{CH}_3)_2\text{CH}_2\text{CH}_2(\text{CH}_3)_2$ ], que é, dentre os compostos presentes na gasolina, o que apresenta a maior compressibilidade e, também, um dos menores pontos de fulgor (temperatura na qual o líquido já liberou vapor suficiente para formar uma mistura inflamável com o ar): apenas  $2,2^\circ\text{C}$ . Quanto maior o número de octano da gasolina maior será a sua resistência à detonação espontânea. É possível, entretanto, aumentar o número de octano de uma gasolina pela adição de aditivos. Um dos primeiros utilizados foi o tetraetilchumbo. Este aditivo é capaz de retardar a combustão da mistura, mas foi proibido, na maioria dos países, na década de 1980, devido a sua extrema toxicidade. No Brasil, atualmente, utiliza-se o etanol (23% em volume) como antidetonante (número de octano da ordem de 110), que, além de ser de fonte renovável, é oriundo do processamento de vegetais (cana-de-açúcar, milho e outros) que podem reabsorver parte do  $\text{CO}_2$  liberado na queima do combustível, reduzindo, portanto, os níveis de poluição atmosférica. A gasolina pode receber compostos adicionais para prevenir a formação de depósitos de sujeira no motor (moléculas detergentes), para evitar o congelamento no carburador, em dias frios (anticongelantes) e para reduzir a oxidação da gasolina e do motor (antioxidantes) (PEREIRA, 2009).

A Gasolina Tipo C é o tipo mais comum, por esse motivo é conhecida popularmente como Gasolina Comum, é formada por uma mistura de 75% da gasolina que vem da Refinaria ou Central Petroquímica e 25% de álcool anidro. Apresenta cor amarela alaranjada tendo uma octanagem mínima entre 73 e 82.

A especificação brasileira para a gasolina automotiva é estabelecida pelo Conselho Nacional do Petróleo NORMA–CNP 01/REV.2 que acompanha a resolução de nº 1/75 de 7 de janeiro de 1975 (PEREIRA, 2009).

### 3. ADITIVOS DA GASOLINA

#### 3.1 ETANOL

O consumo mundial de gasolina foi de 1,15 trilhão de litros, em 2004, e deverá alcançar 1,7 trilhão de litros, em 2025 (CGEE, 2005). A maior parte do petróleo consumido diariamente como combustível pelos países desenvolvidos é importada. Por isso, as principais nações buscam a substituição de combustíveis fósseis por fontes renováveis, com destaque para o etanol (LIMA, 2006).

O etanol ( $C_2H_5OH$ ) é hoje o principal biocombustível utilizado no mundo, embora o biodiesel, que até recentemente era produzido quase exclusivamente pela União Européia, em especial Alemanha, venha ganhando espaço em outras regiões (CGEE, 2005). No total, os biocombustíveis respondem hoje por apenas 2% da energia utilizada, mas seu uso está cada vez mais difundido e a aposta mundial é a ampliação da produção e do consumo do etanol ( $CH_3CH_2OH$ ) (LIMA, 2006).

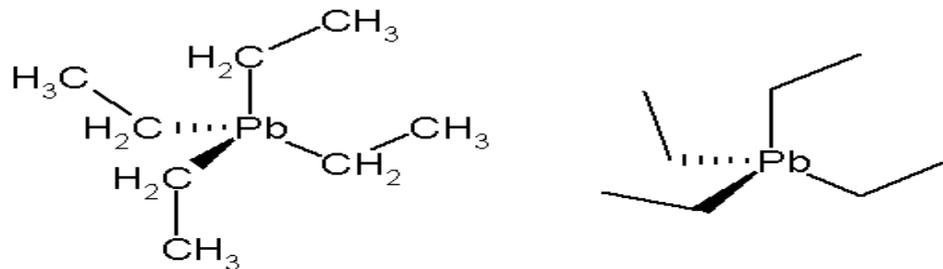
O principal uso do etanol é como combustível líquido, misturado à gasolina ou usado como insumo na fabricação de aditivo à gasolina (o tetraetilchumbo, derivado do petróleo, tem sido proibido pelo risco de contaminação de águas subterrâneas). O uso como combustível (na proporção de 20% a 100%) é praticamente exclusivo do Brasil e dos Estados Unidos, enquanto o uso como aditivo (2% a 10%) ocorre na, Europa, Índia e China, entre outros países. A substituição de combustíveis fósseis por biocombustíveis tem sido estimulada pelos governos, não apenas em virtude da volatilidade e do aumento dos preços do petróleo, mas pela perspectiva de esgotamento das reservas mundiais dentro de no máximo setenta anos. Não parece haver dúvidas sobre o esgotamento da oferta mundial de fontes fósseis; a incerteza é apenas sobre quando isso ocorrerá. Além disso, um volume expressivo de dióxido de carbono ( $CO_2$ ) é lançado anualmente na atmosfera. Em 2002, 24 bilhões de toneladas métricas foram lançadas pela queima de combustíveis fósseis e, em 2015, essa quantidade deve alcançar 33 bilhões. A queima de um galão de etanol, por seu

turno, adiciona pouco carbono à atmosfera, e o montante desprendido no processo é praticamente igual ao absorvido pelas plantas na produção do próximo galão. O etanol gera dez vezes mais energia do que consome em sua produção (CHEMICAL ENGINEERING, 2010).

Na safra 2003/2004, por exemplo, as unidades produtoras de álcool somavam 284 usinas no Brasil, em um universo de 320 unidades (CGEE, 2005).

### 3.2 TETRAETILCHUMBO

Tetraetilchumbo ou chumbo tetraetila (figura 2) é um aditivo para gasolina cuja fórmula é  $C_8H_{20}Pb$ . Faz com que a octanagem da gasolina seja elevada, pois é resistente à pressão, porém é tóxico e libera partículas de chumbo (metal pesado) no ar. Ele é exemplo de um composto organo-metálico, no qual um ou mais grupos orgânicos estão ligados a um átomo de metal. Nesse caso, a molécula pode ser visualizada como quatro grupos etila ligados num átomo de chumbo central em arranjo tetraédrico.  $C_8H_{20}Pb$  (CGEE, 2005).



**Figura 2: Estrutura do tetraetilchumbo (In: VIEIRA, 1996).**

A molécula de tetraetilchumbo é útil não pelo átomo de chumbo, mas como fonte eficaz de grupos etila. As ligações carbono-chumbo são frágeis e os quatro grupos etila separam-se da ligação com o chumbo na câmara quente de um motor de combustão interna. Eles, então, promovem a queima suave do combustível hidrocarbônico por meio de reações em cadeia (CGEE, 2005).

#### 4. ENTENDENDO A ADULTERAÇÃO DE COMBUSTÍVEIS

A adulteração de combustíveis ocorre com frequência no território nacional e é preocupante pela proporção que representa. Além de danos aos veículos e ao meio ambiente, ainda acarreta os grandes prejuízos na arrecadação de impostos como consequência das fraudes. Atualmente, a abertura do mercado, redução do subsídio do álcool, a liberação das importações de solventes, e a elevada carga tributária estão contribuindo para as adulterações (VIDAL, 1999).

Existem basicamente dois tipos de gasolinas, a gasolina A que é produzida na refinaria e não pode ser comercializada ao consumidor e a gasolina C que já recebeu adição de álcool anidro e é comercializada nos postos. Toda gasolina comercializada nos postos revendedores do Brasil recebe adição de uma porcentagem de álcool anidro, estabelecida por lei, que pode variar entre 20 e 25%. Quanto ao álcool, temos também dois tipos principais: o álcool anidro, usado pelas distribuidoras para adicionar à gasolina e o álcool hidratado que é comercializado pelos postos revendedores. Por a gasolina ser uma mistura complexa de compostos, podemos tratá-la como uma mistura de solventes aromáticos, olefinicos e saturados, além de compor-se em menores proporções de compostos oxigenados, nitrogenados, metálicos e sulfurosos. Todos esses compostos estão dispostos na composição de maneira balanceada, conferindo propriedades específicas relacionadas ao desempenho, durabilidade e emissão de gases poluentes. As principais adulterações estão justamente na adição descontrolada de solventes e álcool anidro à gasolina padrão, alterando suas características originais. As fraudes envolvendo adição de solventes são de difícil caracterização em níveis inferiores a 30%, por estes solventes serem produtos derivados de petróleo e de composição semelhante a gasolina. Já o excesso de álcool anidro é de fácil constatação, sendo descoberto com um teste simples (teste da proveta). As principais adulterações no álcool estão relacionadas ao excesso de água ou na venda ilegal de álcool anidro. O álcool anidro recebe adição de um corante alaranjado e tem especificação mínima de 99,3° INPM. Então, se a coloração do álcool na bomba abastecedora for laranja

ou mesmo amarela, o consumidor poderá estar sendo enganado e lesado comercialmente. O álcool hidratado deve obrigatoriamente ser incolor e deve estar com teor de álcool entre 92,6 e 97,4° INPM. Uma dica é observar o densímetro (o equipamento flutuante anexado ao lado da bomba abastecedora), pois ali pode ser visualizado a coloração e a graduação alcoólica através de uma legenda ao lado (ABNT, 1986).

#### 4.1 O QUE OCORRE NOS VEÍCULOS

Normalmente, os primeiros sinais de adulteração nos combustíveis são: o aumento no consumo e perda de potência do veículo, seguidos de corrosão e desgaste dos motores e equipamentos. Isso vale para o excesso de álcool anidro na gasolina, uso de solventes e excesso de água no álcool hidratado. Hoje, a tecnologia empregada na frota de veículos dispõe de correções eletrônicas que permitem o funcionamento sem que o motorista perceba algumas conseqüências como a “batida de pino” e a carbonização das velas, por exemplo. Com o advento dos motores “flex” que podem ser abastecidos com álcool, gasolina ou qualquer proporção desses combustíveis e o avanço eletrônico embarcado, as adulterações tornam se cada vez menos sensíveis aos condutores. No motor à combustão a detonação ou batida de pino é uma combustão não controlada, que se inicia pelo aumento da temperatura na câmara de combustão, devido à alta compressão da mistura ar/gasolina. Quando essa combustão não controlada encontra a combustão normal, iniciada pela centelha da vela de ignição, provoca um ruído metálico característico que é a chamada "batida de pino". Isto deve ser evitado porque diminui o rendimento do motor, aumenta a temperatura e multiplica os esforços anormais sobre os componentes do motor. De modo geral, recomenda-se aos motoristas que estejam atentos ao abastecer seu veículo, exija sempre nota fiscal, observe a origem dos produtos e desconfie se ver movimentação ou descarregamento de combustíveis durante a noite e madrugada. Também atente ao aspecto visual do posto, ao preços de venda em relação aos concorrentes e ao consumo do seu veículo. Por fim, exija o teste da proveta sempre que tiver dúvidas em relação a qualidade. De acordo com o

artigo 8º da Portaria 248/2000 da ANP, os testes de teor de álcool, densidade e aparência devem obrigatoriamente ser feitos pelos postos sempre que solicitados pelo consumidor (FAGUNDES, 2009).

## 5. MATERIAIS E MÉTODOS

A gasolina a ser analisada foi coletada, com intervalos de dois meses em diferentes postos de Cândido Mota, entre maio e outubro de 2010.

### 5.1 MATERIAIS

Provetas de 100 mL com boca esmerilhada.

Béquer de 100 mL

Solução de NaCl 10% (m/v)

Um bastão de vidro

Pisseta contendo água destilada

Balão de fundo chato de 250mL

Amostras de gasolina comum, aditivada ou Premium

### 5.2 PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

#### 5.2.1 - Preparação da solução de NaCl 10% (m/v):

Pesou-se em uma balança 25g de cloreto de sódio. Transferiu-se o sal para um béquer de 100 mL e adicionou-se cerca de 50 mL de água destilada. Após a dissolução completa do sal, transferiu-se a solução do béquer para o balão e completou-se o volume para 250 mL.

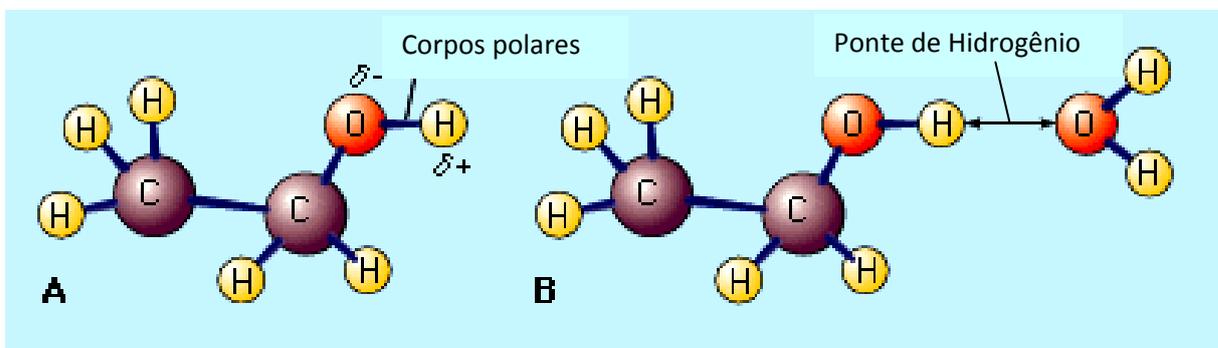
### **5.2.2 Determinação da porcentagem de água na gasolina.**

Em uma proveta de 100 mL, previamente seca, colocou-se 50 mL da amostra a ser analisada. Adicionou-se à mesma proveta 50 mL de solução de NaCl 10% m/v e agitou-se no mínimo 3 vezes. Em seguida deixou-se em repouso por alguns minutos. Anotou-se o aumento de volume da camada aquosa em mL.

Repetiu-se o procedimento para todas as amostras de gasolina, sempre partindo da proveta limpa e seca.

## 6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O etanol é solúvel tanto em água como em gasolina (mistura de hidrocarbonetos), pois parte da sua molécula é polar e parte é apolar. Em função desta natureza da molécula de etanol, ele pode formar ligações de hidrogênio (representada na figura 3) com a água e também ligações do tipo dipolo-dipolo, induzido com as moléculas dos hidrocarbonetos presentes na gasolina.



**Figura 3 - Ligação de hidrogênio do etanol com a água.**

Para aumentar a interação do etanol com a água utilizou-se uma solução de NaCl 10% m/v, pois sendo este sal um composto iônico a sua solução é mais polar do que a água pura (contém íons), desta maneira consegue-se extrair com mais eficiência o etanol da camada orgânica, gasolina (apolar). A figura 4 ilustra o método utilizado para a determinação das porcentagens de etanol na gasolina.



**FIGURA 4 - Ilustração do método utilizado na determinação das porcentagem de álcool na gasolina (In: LIMA, 2009).**

Os resultados obtidos mostram uma variação de mais ou menos 6% entretanto, na primeira análise os postos B, E e F apresentaram resultado de 18%, o qual está fora dos parâmetros requeridos pela norma da ABNT, que permite uma variação de 20 a 25% de etanol anidro. Os resultados das análises são apresentados na tabela 1. O posto A nas duas primeiras análises manteve o mesmo resultado, mas na última teve um aumento de 3%, no teor de etanol. Já o posto B teve um aumento de 2% em cada análise, começando com 18% de etanol e terminando com 22%. Os postos C e D apresentaram resultados semelhantes, ambos tiveram um aumento na porcentagem de etanol em 2% na segunda análise, mas mantendo o resultado no último mês. O posto E começou com 18% subiu para 22%, e manteve-se no último mês. O posto F foi o único que teve um aumento na porcentagem de etanol e uma diminuição no mês seguinte. No mês de outubro foi o que apresentou maior porcentagem de etanol, mostrando uma harmonia entre os postos.

Análise posto	Porcentagem de Gasolina			Porcentagem de Etanol		
	1ª análise	2ª análise	3ª análise	1ª análise	2ª análise	3ª análise
A	80	80	77	20	20	23
B	82	80	78	18	20	22
C	80	78	78	20	22	22
D	80	78	78	20	22	22
E	82	78	78	18	22	22
F	82	76	78	18	24	22

**Tabela 1 - Porcentagem de etanol adicionado à gasolina para os postos de combustíveis.**

A figura 5 ilustra as análises realizadas para determinação da % de etanol na gasolina



**Figura 5 - Figura da analise.**

## 7. APLICAÇÃO DO TEMA NA LICENCIATURA

### 7.1 EXPERIMENTAÇÃO SOBRE O TEMA PARA APLICAÇÃO EM AULAS

Para introdução de conceitos de Química Analítica durante o Ensino Médio, propõem-se a identificação e a determinação do teor de álcool na gasolina. Propriedades físicas e conceitos químicos são utilizados para que os alunos expliquem os fenômenos envolvidos, a partir da estrutura molecular. A determinação do teor de álcool pode ser realizada de duas maneiras diferentes: verificando a variação de volume da fase aquosa (Teste de Proveta), e comparando a densidade da fase aquosa com valores da literatura. A diferença entre os valores obtidos pelos dois métodos permiti aos alunos verificarem que a imprecisão é inerente à atividade experimental (DAZZANI et al., 2003).

### 7.2 Materiais e reagentes

Para a realização desse experimento, são necessários os seguintes materiais e reagentes:

- 9 tubos de ensaio
- 1 proveta de 50 mL
- 1 bastão de vidro
- 1 seringa descartável de 5 mL
- 1 balança de pratos
- 50 mL de etanol
- 50 mL de gasolina
- 50 mL de água
- permanganato de potássio ou sulfato de cobre pentaidratado
- iodo sólido ressublimado

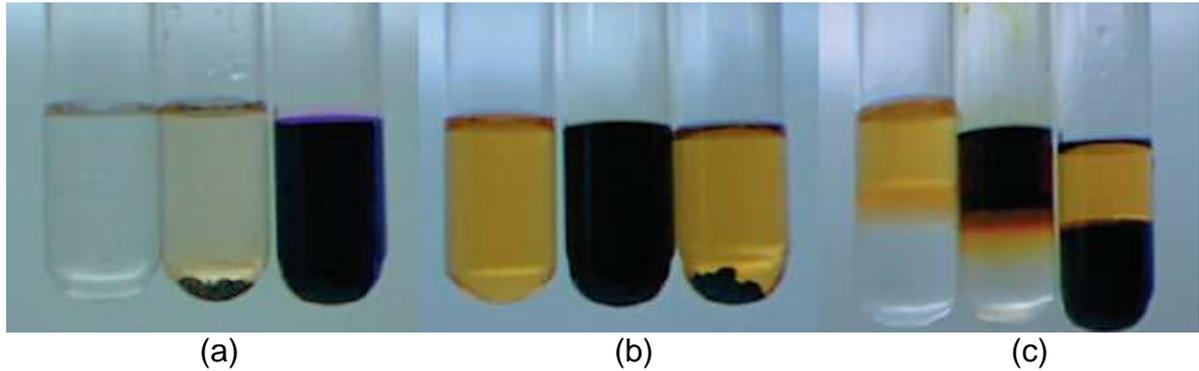
### 7.3 Procedimento

**Parte 1:** Identificação das fases no sistema água-etanol-gasolina. Essa identificação pode ser realizada visualmente por meio da interface no sistema heterogêneo água-gasolina, já que a gasolina comercial possui coloração. Entretanto, é interessante nessa etapa, explorar os conceitos de solubilidade, para utilizar na parte 2 do experimento. Alguns testes foram realizados para verificar a solubilidade da gasolina e do etanol na água, utilizando permanganato de potássio,  $\text{KMnO}_4$  (composto iônico) e iodo,  $\text{I}_2$  (substância covalente apolar) como indicadores de polaridade (FELTRE, 2000). Os tipos de ligações químicas dessas substâncias podem ser explorados para realizar a identificação das fases: aquosa (polar) e orgânica (apolar). Execute os testes 1, 2 e 3 na seqüência indicada na Tabela 2, utilizando 3 mL das substâncias líquidas e uma pequena quantidade (uma pontinha de espátula) dos sólidos. Verifica-se que o  $\text{KMnO}_4$  se dissolve na fase aquosa e que o  $\text{I}_2$  se dissolve na fase orgânica (Figura 7), permitindo identificar as fases.

Teste	Tubo 1	Tubo 2	Tubo 3
1	água	água + $\text{I}_2$	água + $\text{I}_2$
2	gasolina	gasolina + $\text{I}_2$	gasolina + $\text{KMnO}_4$
3	água + gasolina	água + gasolina + $\text{I}_2$	água+gasolina+ $\text{KMnO}_4$

**Tabela 2: Sequência da adição de reagentes nos tubos de ensaio para a identificação das fases a partir dos indicadores de polaridade**

Verifica-se que o  $\text{KMnO}_4$  se dissolve na fase aquosa e que o  $\text{I}_2$  se dissolve na fase orgânica (Figura 6), permitindo identificar as fases.



**Figura 6- Amostras de (a) água, (b) gasolina, e (c) água com gasolina utilizando permanganato de potássio,  $\text{KMnO}_4$  (composto iônico) e iodo,  $\text{I}_2$  (substância covalente apolar).**

Parte 2: Quantificação do etanol na gasolina através de uma análise absoluta. A identificação das fases no sistema água-etanol-gasolina permite explorar a extração do etanol em fase aquosa como estratégia para realizar testes quantitativos. Adicione cerca de 20 mL de gasolina à proveta; registre o volume final obtido. Em seguida, adicione cerca de 20 mL de água; registre o volume final obtido. Agite a mistura heterogênea formada com bastão de vidro durante 1 minuto. Após a nítida separação entre as fases, registre o volume da fase aquosa. O volume da fase aquosa, inicialmente cerca de 20 mL, sofre um aumento após a mistura com a fase orgânica. A porcentagem de etanol presente na gasolina pode ser calculada a partir desse aumento do volume da fase aquosa (DAZZANI et al., 2003).

Parte 3: Quantificação do etanol na gasolina através de uma análise comparativa. Uma outra maneira de determinar o teor de etanol na gasolina é através da avaliação da densidade da fase aquosa. O valor da densidade da mistura água-etanol depende das quantidades relativas dessas duas substâncias. A partir de valores de densidade obtidos da literatura (WEAST, 1972) para diferentes misturas água-etanol (Tabela 2), é possível obter um gráfico que relaciona a densidade em função do teor de etanol. Esse gráfico pode ser construído pelos alunos em papel milimetrado a partir dos dados fornecidos (Tabela 3), para ser empregado na determinação do teor de etanol na gasolina, através de interpolação a partir do valor da densidade da fase aquosa medido experimentalmente. Para medir a densidade da fase aquosa, pode-se utilizar um densímetro, ou coletar amostras contendo cerca

de 5 mL de solução água-etanol de cada grupo de alunos, a fim de se obter um volume total mínimo de 30 mL.

$\varphi$ / %(v/v)	0,789	3,945	7,890	11,83	15,78	23,67	31,56	39,45	47,34
$d$ / (g/mL)	0,996	0,989	0,982	0,975	0,969	0,954	0,935	0,914	0,891

**Tabela 3 - Valores da densidade ( $d$ ) da solução etanol-água em função do teor ( $\varphi$ ) de etanol (In: WEAST, 1972).**

Determine a massa utilizando uma balança de pratos e o volume utilizando uma proveta. Calcule o valor da densidade a partir desses dados experimentais e interpole no gráfico construído. Assim, o teor de etanol na gasolina é obtido graficamente, através da comparação com valores de referência obtidos. Para não prejudicar a exatidão do resultado obtido, é necessário utilizar um grande volume da mistura etanol/água (30 mL ou mais), para minimizar o erro associado à medição da massa e do volume. Será possível observar pela construção do gráfico que uma pequena variação no valor da densidade obtida experimentalmente acarreta uma grande variação no valor do teor de etanol (DAZZANI et. al, 2003).

#### 7.4 Finalidade do experimento

A identificação do etanol na gasolina (Parte 1) e o estudo da interação entre as moléculas de água, etanol e os hidrocarbonetos presentes na gasolina permitem abordar os conceitos de solubilidade e densidade, explorando as características das moléculas envolvidas para explicar os fenômenos observados. A geometria molecular, a polaridade da ligação covalente e das moléculas e as forças intermoleculares podem ser apresentadas aos alunos de maneira mais significativa, para justificar os fenômenos macroscópicos observados (DAZZANI et al., 2003).

## 8. CONCLUSÃO

Os resultados das análises mostraram que houve adulteração nos postos B, E e F apenas na primeira análise realizada no mês de maio. Porém nas demais análises todos os postos seguiram a legislação, não havendo adulteração da gasolina comercializada, permanecendo os resultados entre 20 a 23%, estando todos dentro dos padrões ABNT, que estipula uma concentração de etanol entre 20 a 25%. Assim, concluímos que os postos de combustível da cidade de Cândido Mota encontram-se em conformidade com a legislação, fornecendo um combustível de qualidade para a população.

## REFERÊNCIAS

ABNT, NBR – 5992. Jul. /1986. 4 IBP. **Curso de Informação sobre Combustíveis e Combustão**. 10ª Edição. Rio de Janeiro. Instituto Brasileiro do Petróleo.

BAIRD. C. **Química Ambiental**, 2ª Ed. Bookman, 2005.

BRINK, J. A. **Indústria de Processos Químicos**. 4ª Ed. Guanabara, 2004.

CGEE. **Estudo sobre as Possibilidades e Impactos da Produção de Grandes Quantidades de Etanol Visando a Substituição Parcial de Gasolina no Mundo**. In: Relatório final do Centro de Gestão e Estudos Estratégicos CGEE-Nipe/Unicamp, dezembro, 2005.

CHEMICAL ENGINEERING **The Path to Biorefineries**. Disponível em: <[www.che.com](http://www.che.com)>. Acesso em 12 jan. de 2010.

DAZZANI, M., CORREIA, P.R.M., OLIVEIRA, P. V., MARCONDES, M. E. R. Determinação do Teor de Álcool na Gasolina. **Química Nova na Escola**, n. 17, 2003, p 42 – 45.

FAGUNDES, G. R. **Gasolina**. Disponível em: <[www.inovacaotecnologica.com.br/.../noticia.php?...gasolina](http://www.inovacaotecnologica.com.br/.../noticia.php?...gasolina)>. Acesso em: 10 nov. 2009.

FELTRE, R. **Química**, 5ª ed. São Paulo: Moderna, 2000.

LIMA, U. A. **Biotecnologia Industrial**. Disponível em <[www.ppcomercial.com.br](http://www.ppcomercial.com.br)>. Acesso em 7 set. 2009.

MARIA, Luis Cláudio de Santa; AMORIM, Márcia C. Veiga; AGUIAR, Mônica R. M. Palermo; SANTOS, Zilma A. Mendonça; CASTRO, Paula S. C. Gomes; BALTHAZAR, Renata G. Petróleo: um tema para o ensino de química. **Química Nova na Escola**, n. 15, 2002, p 19 – 23.

PEREIRA, A. H. **Gasolina Aditivada e Gasolina Comum**. Disponível em <[www.brasilecola.com/.../gasolina-aditivada-e-gasolina-comum.htm](http://www.brasilecola.com/.../gasolina-aditivada-e-gasolina-comum.htm)>. Acesso em: 10 nov. 2009.

PETROBRAS. **Gasolina**. Disponível em <[www2.petrobras.com.br/.../Produtos/gasolina.asp](http://www2.petrobras.com.br/.../Produtos/gasolina.asp)>. Acesso em: 10 nov. 2009.

VIDAL, Odilon. **A Gasolina, sua Composição e seus Efeitos – Relato de uma Experiência no Ensino Médio**. 1999. 138p. Monografia Especialização em Ensino de Química Experimental para o Segundo Grau – Setor de Ciências Exatas, Universidade Federal do Paraná, Paraná, Curitiba, 1999.

VIEIRA, Lúcio. **Química, Saúde & Medicamentos**. Porto Alegre. Brasil. 1996. 52p.

TAKESHITA, Elaine Vosniak. **Adulteração de Gasolina por Adição de Solventes: Análise dos Parâmetros Físico-Químicos**. 2006. Dissertação (Mestrado) – Departamento de Engenharia Química Universidade Federal de Florianópolis, Santa Catarina. Florianópolis, 2006.

WEAST, R.C. **The CRC Handbook of Chemistry and Physics**. Cleveland: The Chemical Rubber Co., 53<sup>a</sup> ed., 1972.