

## ADIÇÃO DE AGUARRÁS À GASOLINA AUTOMOTIVA: IMPACTOS NA QUALIDADE DO COMBUSTÍVEL

Selmo Queiroz Almeida<sup>1</sup>, Leonardo Sena Gomes Teixeira<sup>1</sup>,  
Luiz Antônio Magalhães Pontes<sup>1</sup>, Eledir Vítor Sobrinho<sup>1</sup>,  
Paulo Roberto Britto Guimarães<sup>1</sup> e Regina Ferreira Vianna<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidade Salvador – Unifacs, Departamento de Engenharia e Arquitetura.  
Av. Cardeal da Silva, 132 – Federação, 40.220-141, Salvador-BA, Brasil,  
leonardoteixeira@unifacs.br

**Resumo** – A adulteração de combustíveis, principalmente da gasolina, através da adição de compostos ilegais, pode trazer sérios prejuízos à saúde, ao meio ambiente e ao Estado. Dentre os solventes mais utilizados na adulteração de gasolina automotiva, destaca-se a aguarrás, devido à fácil mistura com a gasolina e ao baixo valor comercial. Nesse trabalho, faz-se uma avaliação das modificações das características físico-químicas da gasolina automotiva através da adição de diferentes quantidades de aguarrás. Os resultados evidenciam que, apesar de haver marcada modificação no perfil de destilação da gasolina, a adição de um percentual elevado do solvente (19,5%) não foi suficiente para tirar as amostras das especificações estabelecidas pela Agência Nacional do Petróleo (ANP), no que se refere aos 10%, 50%, 90% evaporados e ao ponto final de ebulição. Observou-se também que, quanto maior a quantidade de solvente aguarrás nas amostras de gasolina, menor é o índice antidetonante apresentado pelo combustível, embora ainda dentro das especificações. Isso demonstra que é possível se adulterar o combustível sem que os métodos de análise estabelecidos pela ANP, para enquadrarem a amostra como especificada, identifiquem a presença dessas substâncias ilegais.

Palavras-Chave: gasolina, qualidade de combustíveis, aguarrás.

**Abstract** – The unlawful addition of hydrocarbons such as mineral spirit, kerosene, thinner and diesel oil to gasoline has been often observed in Brazil lately. This not only results in undeserved market advantage, but may also cause serious damage to the consumer and to the environment, since it may change several physicochemical properties of the fuel, reduce engine performance and increase fuel consumption. Mineral spirit is among the most widely used of those hydrocarbons, due to its low commercial value and easiness of mixing with gasoline. This research work is concerned with the influence of mineral spirit on the physicochemical properties of gasoline, in particular its distillation curve and octane number. The results of tests on gasoline samples containing different amounts of mineral spirit show that, although this hydrocarbon greatly modifies the distillation curve of gasoline, it does not breach legal limits, even at concentrations as high as 19,5%. With regard to octane number and anti-knock index it behaves likewise, since the reduction observed is too small to breach legal limits. These results indicate that it is relatively easy to adulterate fuel within legal limits, with very damaging consequences to the society as a whole.

Keywords: gasoline, fuel quality, mineral spirit

## 1. Introdução

No início da década de 90, a distribuição e a revenda de combustíveis foram abrupta e desordenadamente desreguladas, resultando na proliferação de práticas de adulteração e fraudes fiscais. Desde então, a adição de compostos irregulares aos combustíveis é uma prática freqüente, apesar da preocupação e atuação das autoridades brasileiras através das ações da Agência Nacional do Petróleo (ANP). Essa estabelece, através de especificações técnicas estabelecidas por legislação específica, a qualidade mínima dos combustíveis, assegurando-lhes, em princípio, uniformidade da produção à revenda.

A adição de compostos ilegais aos combustíveis pode trazer prejuízos diretos e desagradáveis à população como por exemplo, danos ao motor dos veículos e ao meio ambiente. Outro problema está relacionado à saúde da população e, principalmente, dos trabalhadores que manipulam e analisam os produtos, já que se pode observar aumentos na emissão de vapores e gases tóxicos, como o monóxido de carbono e óxidos de nitrogênio e enxofre. Além disso, como os motores são projetados para receberem combustíveis específicos, a adulteração causa funcionamento precário dos mesmos, com maior consumo, menor desempenho, maior desgaste das peças internas e maiores gastos com manutenção (Suri et al., 1981). Outra inconveniência está relacionada à sonegação fiscal por parte do comerciante, visto que o solvente, ou não é taxado ou o imposto é menor que o da gasolina. Esse fato, além de proporcionar concorrência desleal entre postos revendedores, faz com que o Estado perca em arrecadação fiscal.

A gasolina automotiva é uma mistura de hidrocarbonetos variando de quatro a doze átomos de carbono com pontos de ebulição entre 30°C e 220°C (Campos e Leontsinis, 1990). É um líquido inflamável, volátil, obtido por meio de processos de destilação direta, craqueamento, reformação, alquilação e isomerização (Neiva, 1993). A gasolina é utilizada principalmente em veículos de combustão interna, onde sua queima é feita dentro de um cilindro através de uma centelha elétrica (Ciclo Otto). A Portaria nº 197, de 28 de dezembro de 1999 da ANP (legislação vigente à época de realização do trabalho) estabelece as especificações de qualidade para a gasolina automotiva (Brasil, 1999). As especificações para as temperaturas máximas referentes aos pontos de destilação com 10%, 50%, 90% evaporados e PFE (Ponto Final de Ebulição) são respectivamente 70°C, 80°C, 190°C e 220°C. Para o Número de Octano Motor (MON) e o Índice Antidetonante (IAD), os valores mínimos a serem observados são 80,0 e 87,0 respectivamente.

A curva de destilação está relacionada à pressão de vapor e à relação Vapor/Líquido do combustível, que, juntos, controlam a partida do motor, seu aquecimento, aceleração, tendência ao tamponamento e diluição do óleo do cárter e, em parte, à economia de combustível. A destilação tem aplicação, também, no que se refere à verificação de contaminações entre produtos de características diferentes (Campos e Leontsinis, 1990).

O índice de octano de uma gasolina é uma medida da sua qualidade antidetonante ou capacidade de resistir a detonação aos níveis de temperatura e pressão gerados na câmara de combustão do motor. Esse índice está relacionado à estrutura química dos hidrocarbonetos que constituem o combustível, ou seja, hidrocarbonetos de cadeias longas e lineares produzem grande quantidade de espécies facilmente detonáveis, enquanto hidrocarbonetos ramificados ou aromáticos são mais resistentes à detonação (Westbrook, 1992).

Os solventes são produtos que têm capacidade de dissolver outros produtos e são produzidos a partir do petróleo por destilação de naftas leves e médias, especialmente selecionadas e refinadas. Os solventes mais usados para as adulterações são os hidrocarbonetos que, em geral, já estão presentes na gasolina, apresentam baixo custo e larga faixa de aplicações. Esses compostos podem até melhorar o desempenho energético, mas, devido a outras características químicas, podem ser extremamente prejudiciais ao motor.

Dentre os solventes comumente utilizados na adulteração de gasolina tem-se a aguarrás, também chamada de Essência de Terebintina. Esse solvente apresenta baixo valor de mercado e mistura-se facilmente à gasolina. A aguarrás é uma nafta e apresenta-se como um líquido incolor, não-corrosivo e quimicamente estável. É indicada para várias funções, principalmente, a limpeza em geral. É um produto bastante perigoso, pois penetra no organismo por absorção cutânea, ingestão ou inalação e seus efeitos imediatos são irritações da pele, dos olhos e das vias respiratórias (Góes, 1997).

O presente trabalho tem como objetivo avaliar as alterações nas propriedades físico-químicas da gasolina comum do tipo "C" através da adição, intencional, de diferentes quantidades de aguarrás. A metodologia usada envolve testes de destilação e medidas de octanagem.

## 2. Metodologia

Os ensaios de destilação foram realizados de acordo com as normas NBR-9619 (Produtos de Petróleo – Determinação da Faixa de Destilação) e ASTM D-86 (Standard Test Method for Distillation of Petroleum Products), propiciando medidas em termos de volatilidade e das proporções relativas de todos os hidrocarbonetos componentes da gasolina. A destilação foi feita num destilador automático, modelo ISL AD 865G. O procedimento consiste na destilação de 100 ml da amostra de gasolina, condensando o destilado e registrando as temperaturas nas quais as várias porcentagens do combustível evaporam, obtendo-se assim a curva de destilação.

O equipamento empregado na obtenção da octanagem motor (MON) e do índice antidetonante foi um analisador portátil de gasolina - GS-1000 plus (Petrospec). Esse aparelho usa a espectroscopia na região do infravermelho para quantificar os vários componentes da amostra, através de comparação dos dados de absorção da

amostra com um banco de dados de amostras-padrão. A metodologia foi devidamente calibrada e validada usando dados obtidos com o método de ensaio motor (CFR) monocilíndrico com taxa de compressão variável de acordo com o método brasileiro MB 457 (Combustível – Determinação das características antidetonantes – índice de octano – método motor) e ASTM D2700 (Standard Test Method for Motor Octane Number of Spark-Ignition Engine Fuel) que estabelecem as metodologias para determinação da octanagem MON e RON, e índice antidetonante. Para construção do banco de dados do analisador infravermelho utilizou um total de 150 amostras que foram inicialmente analisadas no motor CFR. Nas Figuras 1 e 2 são mostrados os gráficos de correlação de MON e RON entre os dados obtidos pelo motor CFR e os resultados estimados pelo analisador infravermelho. Para MON obteve-se um coeficiente de correlação de 0,9674 entre os dados e um coeficiente de variância médio de 0,4760 %. Para o RON obteve-se um coeficiente de correlação de 0,9775 e um coeficiente de variância médio de 0,4799 %. O índice anti-detonante (IAD) foi adotado como a média aritmética do MON e RON.

Para realização dos testes foram adicionadas diferentes quantidades de aguarrás em amostras de gasolina automotiva, de modo que a concentração final da mistura contivesse 3,9%, 5,5%, 7,0%, 8,6%, 12,5%, 15,6%, 19,5%, 23,4% e 31,2% do solvente. Em todos os ensaios foram feitos ajustes para manter o teor alcoólico na faixa de especificação exigida pela ANP:  $(22 \pm 1)$  %. As amostras de gasolina tipo “C”, sem adição de solvente, foram utilizadas como parâmetro de comparação, sendo que todas obedeciam às especificações da ANP.

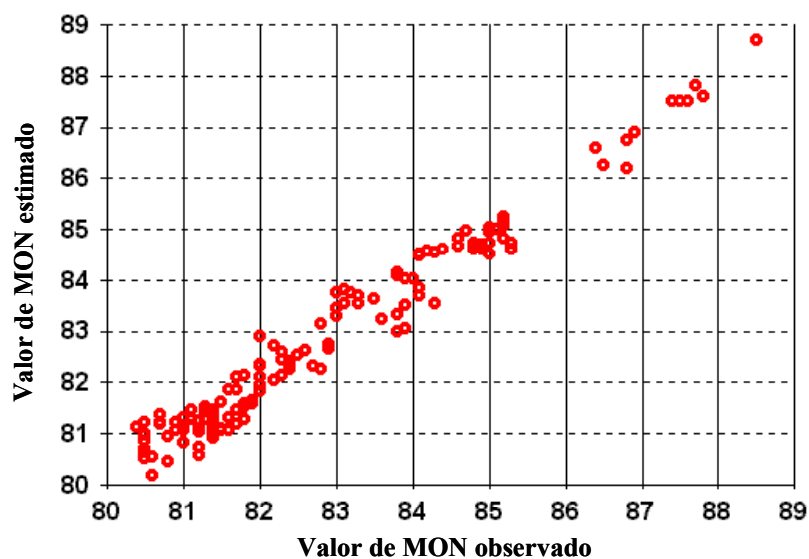


Figura 1. Correlação entre os dados de MON obtidos pelo motor CFR e os resultados estimados pelo analisador infravermelho na construção e calibração do banco de dados do analisador infravermelho.

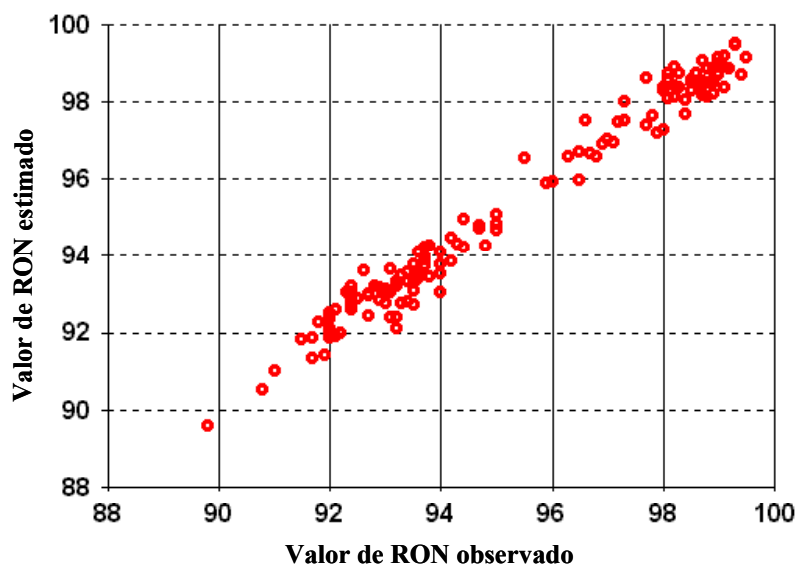


Figura 2. Correlação entre os dados de RON pelo motor CFR e os resultados estimados pelo analisador infravermelho na construção e calibração do banco de dados do analisador infravermelho.

### 3. Apresentação e Discussão de Resultados

Os resultados obtidos para as temperaturas de destilação referentes a 10%, 50%, 90% evaporados e PFE, bem como para o MON e IAD são mostrados na Tabela 1. Os resultados apresentados foram obtidos através da média aritmética de três determinações e são mostrados com os respectivos desvios padrões. Da tabela também constam as especificações brasileiras de qualidade da gasolina, para efeitos de comparação.

Da análise dos resultados, pode-se perceber que a adição de aguarrás à gasolina muda o perfil da curva de destilação, provocando um aumento das temperaturas correspondentes às percentagens evaporadas, à medida que se aumenta a concentração do solvente. Entretanto, a adição de quase 20% do solvente não foi suficiente para tirar a amostra das especificações da ANP, no que se refere à curva de destilação. Observa-se ainda que seria necessária uma quantidade bastante grande de solvente para tirar o combustível de especificação.

Tabela 1. Resultados dos ensaios com adição de diferentes quantidades de aguarrás à gasolina automotiva

Amostra	Aguarrás Adicionado (% <sub>v/v</sub> )	10% EVAP. (°C)	50% EVAP. (°C)	90% EVAP. (°C)	PFE (°C)	MON	IAD
01	0,0	54,2 ± 0,1	72,3 ± 0,4	172,3 ± 0,1	211,3 ± 0,2	85,6 ± 0,2	92,4 ± 0,3
02	3,9	55,5 ± 0,5	73,2 ± 0,3	177,2 ± 0,4	211,7 ± 0,4	85,6 ± 0,1	92,3 ± 0,1
03	5,5	56,1 ± 0,2	73,5 ± 0,4	178,6 ± 0,3	212,4 ± 0,3	85,6 ± 0,1	92,2 ± 0,1
04	7,0	55,9 ± 0,4	73,8 ± 0,3	181,0 ± 0,7	212,8 ± 0,1	85,5 ± 0,1	92,0 ± 0,1
05	8,6	56,1 ± 0,1	74,0 ± 0,1	181,9 ± 0,1	213,3 ± 0,4	85,5 ± 0,1	91,9 ± 0,1
06	12,5	57,5 ± 0,2	74,7 ± 0,4	185,5 ± 0,2	214,1 ± 0,1	85,3 ± 0,1	91,5 ± 0,1
07	15,6	59,3 ± 0,1	75,3 ± 0,1	187,6 ± 0,2	214,6 ± 0,7	85,2 ± 0,1	91,2 ± 0,1
08	19,5	60,1 ± 0,1	75,9 ± 0,1	189,9 ± 0,1	215,6 ± 0,1	84,9 ± 0,1	90,6 ± 0,1
09	23,4	62,0 ± 0,2	77,0 ± 0,1	192,0 ± 0,1	215,8 ± 0,2	84,6 ± 0,1	90,1 ± 0,1
10	31,2	64,5 ± 0,2	111,1 ± 6,0	194,9 ± 0,1	216,9 ± 0,7	84,1 ± 0,1	89,1 ± 0,1
Especificação do Regulamento Técnico da ANP nº 006/99		70°C max.	80°C max.	145°C mim. – 190°C max.	220°C max.	80 min.	87 min.

Em relação ao MON e ao IAD, percebe-se que esses dois parâmetros diminuem na medida em que maiores quantidades de aguarrás são adicionadas à gasolina. Nas Figuras 3 e 4 são mostradas as variações do MON e IAD com o aumento do teor de aguarrás no combustível.

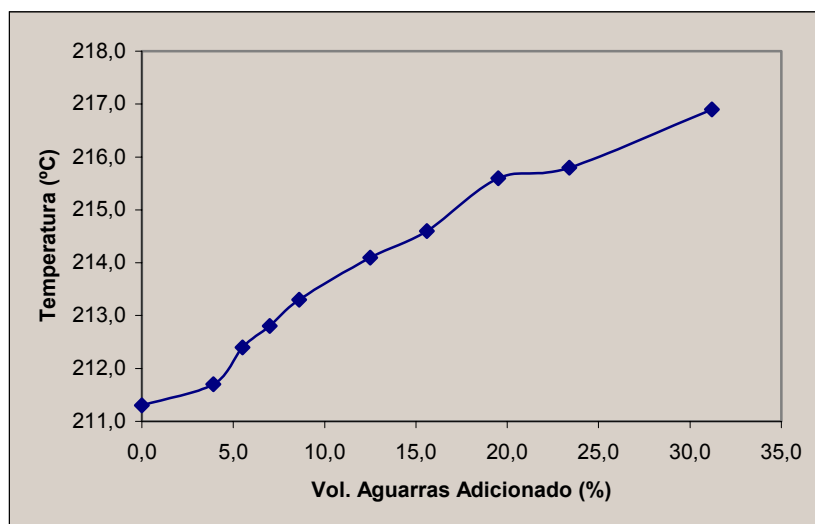


Figura 3. Influência da adição de diferentes quantidades de aguarrás no PFE da gasolina

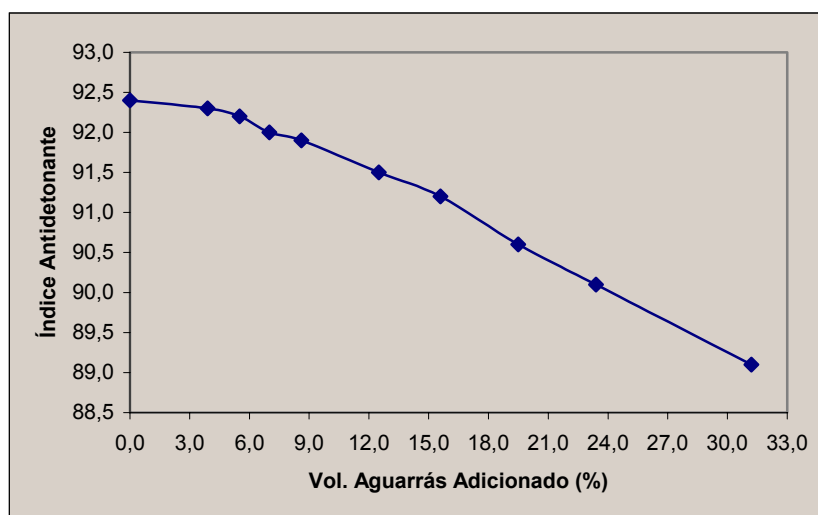


Figura 4. Influência da adição de diferentes quantidades de aguarrás no IAD da gasolina

#### 4. Comentários Finais

A adição de diferentes quantidades de aguarrás às amostras de gasolina tipo “C” causou mudanças significativas no perfil de destilação do combustível, bem como nos valores de octanagem e no índice antidetonante. Entretanto, constatou-se que, mesmo em quantidades elevadas, (19,5%), a presença do solvente não foi suficiente para tirar as amostras das especificações da ANP. Isso significa que é necessária uma quantidade muito grande de solvente para que os testes estabelecidos pela ANP detectem a presença do mesmo. Conclui-se então que, embora especificada, a gasolina comercializada pode ter sido adulterada, trazendo prejuízos para a arrecadação fiscal do Estado, danos ao meio ambiente e à saúde da população, além de estar promovendo concorrência desleal entre os comerciantes.

#### 5. Agradecimentos

Os autores agradecem o suporte financeiro fornecido pela Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP), através do Fundo Setorial CTPetro, pela Agência Nacional do Petróleo (ANP), através do PRH/ANP-23, e pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

## 6. Referências

- ASTM-D2700 (1999) Standard Test Method for Motor Octane Number of Spark-Ignition Engine Fuel, American Society for Testing and Materials, Washington D.C.
- ASTM-D86 – Standard Test Method for Distillation of Petroleum Products at Atmospheric Pressure, American Society for Testing and Materials, Washington D.C.
- BRASIL. Portaria nº 197, de 28 de dezembro de 1999. Estabelece as especificações mínimas a serem observadas para comercialização de gasolinas automotivas em todo território nacional e define responsabilidades dos diversos agentes da cadeia logística. Diário oficial. Brasília-DF, 29 dez. 1999.
- CAMPOS, A. C. e E. Leontsinis, “Petróleo & Derivados: obtenção, especificações, requisitos e desempenho”, Editora Técnica Ltda., São Paulo, 1990.
- GÓES, Roberto Charles. Toxicologia Industrial: Um Guia Prático para Prevenção e Primeiros Socorros. Editora Revinter, 1997.
- MB-457. Combustível – Determinação das Características Antidetonantes – Índice de Octano – Método Motor, Associação Brasileira de Normas Técnicas, São Paulo.
- NBR-9619 (1998) Produtos de Petróleo – Determinação da Faixa de Destilação, Associação Brasileira de Normas Técnicas, São Paulo.
- NEIVA, J., “Conheça o Petróleo”, Expressão e Cultura Editora, Rio de Janeiro, 1993, 104-107.
- SURI, S. K., K. Prasad, J. C. Ahluwalia and D. W. Rogers, “Application of phase-titrations for estimation of adulteration of gasoline and high-speed diesel with kerosene”, *Talanta*, vol. 28, 281, 1981.
- WESTBROOK, C. K., “The Chemistry Behind Engine Knock”, *Chemistry & Industry*, vol. 3, 562-566, 1992.