



2º CONGRESSO BRASILEIRO DE P&D EM PETRÓLEO & GÁS

AVALIAÇÃO DA ADIÇÃO DE ADITIVOS DO TIPO “BOOSTER” DE OCTANAGEM NO PODER ANTIDETONANTE DA GASOLINA AUTOMOTIVA BRASILEIRA

Celso Argolo Xavier Marques¹, Leonardo Sena Gomes Teixeira¹,
Luiz Antônio Magalhães Pontes¹, Eledir Vítor Sobrinho¹,
Paulo Roberto Britto Guimarães¹, José Fernando Padilha¹
e Regina Ferreira Vianna¹

¹ Universidade Salvador – Unifacs, Departamento de Engenharia e Arquitetura.
Av. Cardeal da Silva, 132 – Federação, 40.220-141, Salvador-BA, Brasil,
E-mail: leonardoteixeira@unifacs.br

Resumo – Essa contribuição apresenta um estudo do efeito da adição de aditivos comerciais, que prometem aumento de octanagem na gasolina (*booster* de octanagem), no poder antidetonante da gasolina automotiva brasileira. Amostras de gasolina tipo “C”, aditivadas conforme proporções *gasolina:aditivo* definidas pelos fabricantes dos aditivos, foram submetidas à determinação de octanagem pelo método primário e, também, pelo método alternativo baseado em espectroscopia na região do infravermelho. As análises pelo método primário foram feitas de acordo com as normas ASTM D-2699 e D-2700 em Motor CFR e os resultados obtidos foram usados para comparação com aqueles obtidos pelo método alternativo, obtendo-se uma concordância muito boa. Foram testados 4 aditivos comerciais e os resultados indicam que o índice antidetonante da amostra de gasolina automotiva brasileira não sofreu alteração significativa após adição dos produtos comerciais (*boosters*), sendo que essa variação não chegou a 0,6 pontos no MON.

Palavras-Chave: gasolina; octanagem; aditivo

Abstract – This contribution is concerned with the actual effects of commercially available fuel additives, also called *octane boosters* that claim to increase the anti-knock index of gasoline. The study involved several samples of gasoline to which these *octane boosters* have been added, in the amounts recommended by each manufacturer. The octane number and anti-knock index of these samples have then been determined through ASTM D2699 and D2700 methods, as well as the method based on IR spectroscopy. The agreement between the results obtained through all methods was very good, and showed that, for all 04 commercial additives tested, there was no significant improvement on either property, with the highest increase on MON between 0.5 and 0.6.

Keywords: gasoline; anti-knock index; additives

1. Introdução

O número de octano de uma gasolina é uma medida da sua qualidade antidetonante ou capacidade de resistir à detonação, e é determinado em um motor padrão que consiste, essencialmente, de um motor monocilíndrico, com taxa de compressão variável e que foi desenvolvido pelo Cooperative Fuel Research Committee - CFR. A detonação é um fenômeno de combustão anormal que depende de complexos processos físicos e químicos e está estreitamente interligada ao projeto do motor, às condições de operação do mesmo e à qualidade do combustível.

Na combustão normal, a mistura combustível/ar em cada cilindro do motor deve queimar suave e uniformemente após a ignição feita pela vela. Mas, às vezes, enquanto a chama varre a câmara de combustão, a porção ainda não queimada de combustível (gás residual) sofre aquecimento e compressão provocando autoignição e detonação violenta. Desse modo, o pistão, em vez de ser empurrado para baixo de modo uniforme na fase de potência, sofre uma pancada seca instantânea, à qual ele não pode responder por estar ligado ao eixo de manivela, que por sua vez está ligado a outros pistões em fases diferentes do ciclo do motor. A súbita liberação da energia de detonação na área de gás residual provoca flutuações de pressão de elevada frequência através da câmara de combustão, que são registradas, pelo ouvido, como um ruído metálico forte chamado detonação, ou "batida de pino", como é popularmente conhecida (Campos e Leontsinis, 1990). Além de produzir um som indesejável e desperdiçar energia do combustível, a detonação prolongada superaquece as válvulas, velas e pistões, o que encurta a vida útil do motor podendo levar à trinca no cabeçote, furo na cabeça do pistão ou à fundição do cilindro.

Além da conservação de características equilibradas do motor, através da manutenção regular, a detonação pode ser prevenida com alguns cuidados: Deve-se evitar a aceleração a fundo em baixas rotações; procurar abastecer com combustível de qualidade; e, caso a detonação seja constatada, dirigir o veículo sem maiores esforços até submetê-lo a uma inspeção por um mecânico capacitado.

O número de octano da gasolina é determinado a partir da curva de calibração relacionando a taxa de compressão do motor padrão ao número de octano da amostra conhecida. Esta curva é obtida pelo levantamento de uma série de experimentos em misturas de iso-octano e n-heptano. Isto é, o iso-octano puro tem número de octano 100 e o n-heptano puro tem octanagem zero. Uma gasolina com octanagem 92 significa que sua performance é compatível com a de uma mistura contendo 92% de iso-octano e 8% de n-heptano (Fogler, 1999).

A estrutura química dos hidrocarbonetos do combustível tem enorme influência na tendência à detonação. As parafinas de cadeia linear têm menor resistência à detonação do que as de cadeia ramificada, as olefinas e os hidrocarbonetos cíclicos. Os naftênicos (cíclicos saturados) têm maior tendência à detonação do que os aromáticos (cíclicos insaturados).

Para conseguir compostos com índice de octanagem mais alto, recorre-se, por exemplo, à reforma catalítica, que incluem reações de isomerização, alquilação e polimerização. Dependendo do tipo de catalisador e das condições operacionais, as reações de desidrogenação dos naftênicos gerando aromáticos e o hidrocraqueamento das parafinas mais pesadas obtendo parafinas mais leves levam a obtenção de gasolina com maior resistência à detonação.

Certos aditivos também aumentam a octanagem da gasolina. Um desses antidetonantes é o chumbo tetraetila $Pb(C_2H_5)_4$ que caiu em desuso por sua extrema toxicidade e consequente agressividade ao meio ambiente. Este composto também provocava o envenenamento dos conversores catalíticos que visavam adequar as emissões de gases automotivos à evolução da legislação ambiental. Desde janeiro de 1992, a gasolina brasileira é isenta de chumbo.

Novos aditivos, como o MTBE (metiltercibutil éter), o ETBE (etilercibutil éter), o TBA (álcool butílico terciário) e o próprio álcool etílico adicionado à gasolina brasileira, foram tomando lugar do chumbo (Campos e Leontsinis, 1990).

No projeto de um motor, a octanagem do combustível é um dos principais parâmetros para a determinação de sua taxa de compressão, curvas de avanço de ignição e tempo de injeção. A octanagem da gasolina pode ser especificada pelos métodos RON (research octane number), MON (motor octane number) e IAD (índice antidetonante). No método RON se avalia o quanto o combustível resiste à detonação quando o motor está em regime de plena carga, em baixas rotações. No método MON se avalia a resistência do combustível à detonação quando o motor está em plena carga, em altas rotações. O IAD ou índice de octanagem é a média aritmética entre o RON e o MON. No Brasil a gasolina comum tipo "C" é especificada com IAD mínimo de 87 e a gasolina Premium tipo "C" é especificada com IAD mínimo de 91, conforme especifica a Portaria 309/2001 da Agência Nacional do Petróleo (ANP).

A gasolina Premium, foi especialmente desenvolvida para usuários de carros com motores de alta taxa de compressão, projetados para combustível com índice de octano acima dos padrões regulares. Ela permite que esses motores atinjam todo o seu potencial, com maior economia e proteção. Essa gasolina também pode ser usada em veículos de tecnologia menos sofisticada, com motores carburados ou de injeção monoponto, projetados para comprimir gasolina com octanagem menos elevada. Entretanto esses motores não usam todo o potencial desse combustível.

No presente trabalho, foram avaliados os efeitos da adição de quatro aditivos comercializados no país como "octane booster" sobre o poder antidetonante da gasolina comum tipo "C". Com esta avaliação, foi possível verificar a eficiência de cada um dos aditivos.

2. Metodologia Experimental

As amostras de testes foram preparadas a partir de uma mesma amostra de gasolina comum do tipo “C” com a adição de 4 diferentes aditivos comerciais, para aumento de octanagem, denominados no trabalho de aditivos A, B, C e D. Os aditivos foram testados nas proporções recomendadas pelos fabricantes e também em dosagens 30% inferior e 30% superior às recomendadas, somando-se ao todo 12 amostras. A proporção média recomendada pelos fabricantes é de um frasco de aditivo (entre 200 e 354 ml) para um tanque de gasolina (entre 40 e 80 l).

As análises de teor de álcool etílico anidro combustível, massa específica e destilação da gasolina original foram feitas de acordo com as normas NBR 13992, NBR 14065 e ASTM D 86, respectivamente. As análises de Número de Octano Motor (MON) e Número de Octano Pesquisa (RON) de todas as amostras foram efetuadas pelo método primário em motor CFR (ASTM D-2699 e D-2700) e também pelo método alternativo baseado em espectroscopia na região do infravermelho utilizando equipamento Petrospec GS1000 Plus. O índice antidetonante (IAD) foi adotado como a média aritmética entre o MON e o RON.

3. Resultados e Discussões

Inicialmente foram testados os parâmetros físico-químicos da amostra de gasolina comum do tipo “C” sem a adição de aditivos. Os resultados obtidos estão apresentados na Tabela 1. Pode-se observar que, para todos os parâmetros testados, a gasolina encontrou-se dentro das especificações da Agência Nacional do Petróleo constantes na Portaria Nº 309, de 27 de dezembro de 2001 (ANP 309/2001).

Tabela 1. Características físico-químicas da gasolina tipo “C” utilizada

CARACTERÍSTICA	UNIDADE	RESULTADOS	ESPECIFICAÇÃO
Cor	-	Amarela	-
Aspecto	-	Límpido e Isento de Impurezas	Límpido e Isento de Impurezas
Álcool Etílico Anidro Combustível - AEAC	% vol	25	25 ± 1
Massa Específica a 20°C	Kg/m ³	0,7953	Anotar
<i>Destilação</i>			
10% evaporado, max.	°C	53,8	65,0
50% evaporado, max.	°C	73,2	80,0
90% evaporado, max.	°C	172,1	190,0
PFE, max.	°C	214,7	220,0
Resíduo, max.	% v/v	1,0	2,0
Nº de Octano Motor - MON, mín.	-	83,3	82,0
Índice Antidetonante - IAD, mín.	-	90,8	87,0
Benzeno, max.	% vol	0,5	1,0
Aromáticos, max.	% vol	17,3	45
Olefinicos, max.	% vol	18,7	30

Após a avaliação físico-química preliminar da amostra de gasolina comum, foi realizada a adição dos 4 diferentes aditivos nas proporções recomendadas pelos fabricantes, bem como em proporção 30% superior e 30% inferior à recomendada. Os resultados encontrados para a octanagem pelo Método Motor, encontram-se dispostos na Tabela 2. Os dados obtidos mostram que a octanagem da gasolina variou muito pouco com a adição dos aditivos. Para nenhuma das três proporções utilizadas para cada aditivo houve variação significativa da octanagem. Nenhum dos quatro aditivos testados foi capaz de aumentar mais de 0,6 ponto o MON, RON ou IAD. Tal fato sugere que os aditivos testados neste trabalho não são eficientes o suficiente para promover melhorias na força e performance do motor, eliminar batidas de pino, ruído e aumentar o rendimento da gasolina através do aumento da octanagem como sugerido nos rótulos dos fabricantes.

Tabela 2. Resultados dos ensaios de MON, RON e IAD para gasolina aditivada com os aditivos A, B, C e D em diferentes proporções

ADITIVO	Proporção Aditivo : Gasolina (ml : litro)	MON	RON	IAD
Nenhum	0	83,3	98,2	90,8
A	4,11	83,6	98,4	91,0
A	5,87	83,7	98,5	91,1
A	7,63	83,9	98,5	91,2
B	3,08	83,8	98,2	91,0
B	4,41	83,6	98,2	90,9
B	5,73	83,8	98,1	91,0
C	4,94	83,7	98,3	91,0
C	7,05	83,8	98,4	91,1
C	9,17	83,6	98,6	91,1
D	1,87	83,7	98,2	91,0
D	2,66	83,3	98,2	90,8
D	3,46	83,4	98,1	90,8

Os resultados sugerem ainda que a amostra de gasolina testada possui um índice de octanagem suficientemente alto para as condições de operação dos motores automotivos brasileiros movidos à gasolina. A gasolina brasileira tipo “C” que contém álcool em sua formulação, em proporção especificada pela Portaria 309/2001 da Agência Nacional do Petróleo pode apresentar índice antidetonante superior a 90. Para contextualizar o padrão de qualidade da gasolina comum tipo “C”, em referência à octanagem, foram analisadas, pelo método baseado em medições na região do infravermelho, 13 amostras de gasolina comum tipo “C” e 13 amostras de gasolina premium tipo “C”. A média para o índice antidetonante foi de 91,1 para gasolina comum e 92,1 para gasolina premium.

Adicionalmente aos testes realizados no motor CFR, foram realizados testes no equipamento baseado em medidas do infravermelho para comparações com os ensaios realizados no motor. A Figura 1 mostra os resultados obtidos para o índice anti-detonante para diferentes proporções *aditivo:gasolina*. Como se pode observar, os valores encontrados utilizando os dois métodos são muito próximos entre si. A aplicação do teste t-pareado (95% de nível de confiança) mostrou que os resultados obtidos com o analisador infravermelho não diferem significativamente dos resultados obtidos com o motor CFR.

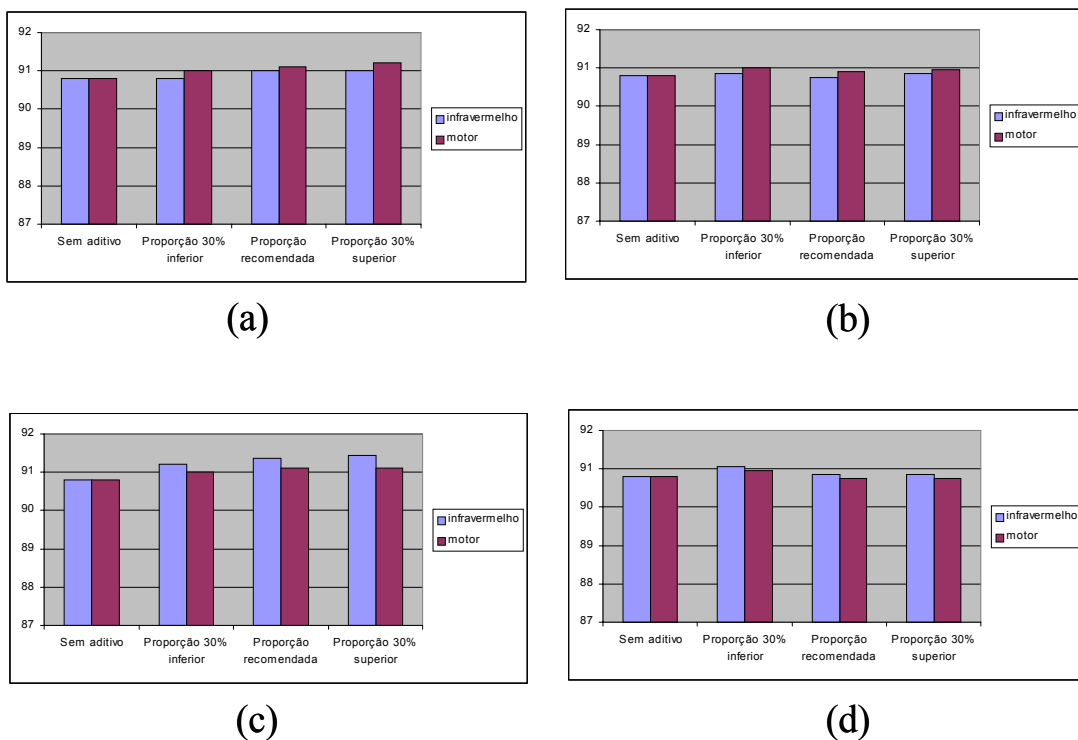


Figura 1. Resultados do IAD para amostra gasolina aditivada com aditivos comerciais em diferentes proporções utilizando equipamento infravermelho e motor CFR. (a) aditivo A; (b) aditivo B; (c) aditivo C; (d) aditivo D.

4. Comentários Finais

Os ensaios conduzidos nesse trabalho mostram que o mercado brasileiro está aceitando produtos inócuos. Os aditivos testados neste trabalho não mostraram eficiência para promover o aumento da octanagem como sugerido nos rótulos dos fabricantes.

Verificou-se, também, que a gasolina comum brasileira já se encontra com índice de octanagem compatível com as especificações dos motores nacionais. Assim sendo, como a octanagem é um parâmetro de projeto dos motores de combustão interna, a utilização de combustíveis com octanagem superior àquela recomendada pelo fabricante não traria resultados expressivos. Portanto, mesmo que esses aditivos apresentassem o efeito prometido, seu resultado não compensaria o custo.

Adicionalmente, verificou-se que os resultados obtidos pelo analisador infravermelho são compatíveis com os resultados obtidos pelo método normatizado do motor CFR.

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 Bibliográficas

- CAMPOS, A.C.; LEONTSINIS, E. Petróleo & derivados: obtenção, especificações, requisitos de desempenho. São Paulo: Editora Técnica, 1990.
- FOGLER, H.S. Elements of Chemical Reaction Engineering, p. 613-614, 1999.
- PORTARIA Nº 309, de 27 de dezembro de 2001, da Agência Nacional do Petróleo.