

Ensaio de conformidade de qualidade em amostras de combustíveis no agreste da Paraíba

Paulo Vinícius S. Santos (IFPB, *Campus* Campina Grande), Matheus Oliveira Souza (IFPB, *Campus* Campina Grande), João Victor Ataíde Vieira (IFPB, *Campus* Campina Grande), Clarice Oliveira da Rocha (IFPB, *Campus* Campina Grande).

E-mails: paulo.santos1@academico.ifpb.edu.br, joao.ataide@ifpb.edu.br, matheus.souza@ifpb.edu.br, clarice.rocha@ifpb.edu.br

Área de conhecimento (Tabela CNPq): 3.06.03.00-5 Tecnologia Química

Palavras-chave: Gasolina, Etanol, adulteração, análises físico-química

1. Introdução

Recentemente, os preços da gasolina atingiram níveis recordes devido a crises econômicas globais, incluindo a guerra entre Rússia e Ucrânia. Embora a gasolina seja cara e esteja sendo substituída por fontes de energia renováveis, a demanda mundial por gasolina, ainda é alta. A procura pode incentivar a produção e distribuição ilegais de combustíveis adulterados. A gasolina adulterada pode ser usada em crimes econômicos: uma pequena quantidade desse combustível de alta qualidade é convertida em uma grande quantidade de qualidade inferior e, portanto, lucros ilegais são gerados pela distribuição de gasolina adulterada barata (HWANG *et al.*, 2022).

A gasolina adulterada é um tipo de combustível ilegal para obter lucro misturando-a com adulterantes baratos devido aos diferentes sistemas de tributação em muitos países. Essa adulteração normalmente pode ser feita adicionando solventes orgânicos, como alifáticos leves (C4–C8), e compostos aromáticos mistos ou componentes únicos refinados, como metanol, benzeno, tolueno, xilenos, n-hexano e n-heptano para atender intencionalmente às especificações do combustível. É difícil decifrar entre gasolina não adulterada e adulterada com diferentes componentes porque esses adulterantes não são possíveis de detectar apenas por inspeção visual, uma vez que têm alta solubilidade na gasolina (LEE, LEE, HWANG, 2018).

Já o combustível etanol, o Brasil foi pioneiro no desenvolvimento dele como alternativa economicamente viável aos combustíveis fósseis. A crise global do petróleo e os baixos preços do açúcar impulsionaram o crescimento do etanol hidratado combustível (EHA) durante a década de 70. O governo brasileiro criou um programa chamado PROÁLCOOL, que resultou em uma redução de 11% nas emissões de CO₂ em comparação com o uso de combustíveis fósseis entre 1975 e 2000, tornando o etanol uma possível solução para o problema das emissões de gases de efeito estufa em motores de ignição por compressão. A adição de etanol à gasolina pode reduzir as emissões de CO devido ao maior teor de oxigênio que contribui para a formação de CO₂. Além disso, há uma redução direta nas emissões de CO ao usar etanol hidratado puro em vez de gasolina. As tendências nas emissões de HC são altamente variáveis, pois dependem da heterogeneidade da carga e de outros parâmetros relacionados ao motor. A cana-de-açúcar é a matéria-prima agrícola mais eficiente para a produção de etanol (FAGUNDEZ *et al.*, 2017).

A Sociedade Americana para Testes de Materiais (ASTM) desenvolveu alguns métodos de teste para a detecção de combustível adulterado. Entre esses métodos estão: Testes de densidade, testes de evaporação, teste de destilação, teste de marcador químico e cromatografia gasosa, todos padronizados para detectar adulteração de combustível, assim como teor de álcool, índice de refração. No entanto, nenhum desses métodos é considerado o método tão adequado para teste de adulteração. A qualidade do combustível deve ser monitorada no próprio ponto de distribuição para monitorar a adulteração de forma eficaz (FADAIRO, *et al.* 2020).

Este trabalho teve como objetivo a análise do teor de alcoólico, da massa específica, da temperatura, do aspecto e cor e o índice de refração da gasolina e do etanol. Essas análises foram realizadas a fim de determinar se nas amostras testadas havia algum tipo de adulteração, a fim de aumentar o lucro e comprometendo a qualidade do produto.

2. Materiais e métodos

2.1 Análises Físico-Químicas

As amostras foram coletadas nos postos de combustíveis, no mês de maio de 2025, nas cidades de São Sebastião de Lagoa de Roça, Lagoa Seca e Esperança. A pesquisa foi realizada no laboratório, do Campus Campina Grande, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba - IFPB.

Todos os parâmetros físico-químicos foram analisados em triplicata, de acordo com metodologias descritas para: a Gasolina Automotiva - Resolução ANP nº 40/2013 e o Etanol Combustível - Resolução ANP nº 19/2015; quanto às análises sobre os requisitos mais simples, aspecto e cor, basta a verificação visual, porém nos outros é necessária a realização de procedimentos em laboratório.

2.1.1 Massa específica

A NBR 7148 expõe sobre a determinação da massa específica, densidade relativa ou °API do petróleo e seus derivados, que é necessária para a conversão de volumes medidos em volumes e/ou massas, à temperatura de referência, durante a comercialização, a gasolina situa-se normalmente entre 0,7300 a 0,7700 g/cm³, para o etanol a

escala é de 0,7500 a 0,8000 g/cm³ ou 0,7700 a 0,8200 g/cm³ (NBR, 2000).

O método do densímetro é mais indicado para determinar esse parâmetro de líquidos transparentes e pouco viscosos. Pode também ser usado para líquidos viscosos, deixando-se o densímetro mergulhado na amostra o tempo suficiente para atingir o equilíbrio, ou para líquidos opacos, utilizando-se a correção adequada do menisco. As leituras devem ser registradas e comparadas com a norma. Se a variação entre a densidade observada e a densidade referência estiver até 0,0030; então, a densidade do produto pode ser considerada correta. Se a diferença for superior a 0,0030; então, indica possibilidade de adulteração.

2.1.2 Índice de refração

O refratômetro ABBE de bancada foi utilizado para determinar o índice de refração das amostras de gasolinas. Aproximadamente, 4 gotas de gasolinas foram adicionadas no porta amostra do refratômetro e após atingir 20°C, foi avaliado o índice de refração para cada amostra.

2.1.3 Determinação do teor alcoólico

A Norma NBR 15639 prescreve o método para determinação do teor de gasolina em álcool etílico anidro combustível (AEAC) e álcool etílico hidratado combustível (AEHC). O teor alcoólico do etanol é de 92,5 °INPM a 94,6 °INPM (conforme descrito na Tabela 1), para a gasolina esse teor é de 27 % ±0,5.

2.1.4 Temperatura

A aferição da temperatura sucedeu através de termômetro aprovado pelo Inmetro com faixa de -10° a 50 °C.

3. Resultados e discussão

Os resultados obtidos das análises realizadas do combustível etanol serão comparadas com a Tabela 1, de acordo com a RESOLUÇÃO ANP Nº 907 (2022), da DIRETORIA DA AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS – ANP que ficam estabelecidas as especificações do etanol anidro combustível e do etanol hidratado combustível e as obrigações quanto ao controle da qualidade a serem atendidas pelos agentes econômicos que comercializam o produto em todo o território nacional.

Tabela 1 Especificações do EAC, do EHC e do EHCP e da gasolina

Características	Unidade	Limite			Método (NBR) Etanol	Método (NBR) Gasolina
		EAC	EHC	EHCP		
Aspecto	-	Límpido e Inseto de Impurezas			Visual	14954
Cor	-	4	Visual		Visual	
Massa específica a 20° C	kg/m ³	791,5 máx	805,2 a 811,2	799,7 a 802,8	5992 15639	7148 14065
Teor alcoólico	% massa	99,3 min	92,5 a 94,6	95,5 a 96,5	5992 15639	13993
Potencial hidrogeniônico (pH)	-	-	6,0 a 8,0		10891	

FONTE: <https://www.gov.br/anp/pt-br/assuntos/producao-e-fornecimento-de-biocombustiveis/etanol>, e <https://atosoficiais.com.br/anp/resolucao-n-864-2021-estabelece-as-especificacoes-dos-combustiveis-de-referencia-utilizados-nos-exames-de-avaliacao-de-consumo-de-combustivel-e-de-emissoes-veiculares-para-a-homologacao-de-veiculos-automotores-novos-e-de-maquinas-agricolas-e-rodoviaras-novas>

Ao analisar os parâmetros físico-químicos das amostras coletadas nos postos de São Sebastião de Lagoa de Roça, Lagoa Seca e Esperança, foi possível observar que foram identificados possíveis casos de adulterações.

Tabela 1 – Resultados das análises físico-químicas do etanol e da gasolina

AMOSTRAS	ASPECTO	COR	TEOR DE ÁLCOOL	MASSA ESPECÍFICA (kg/m ³)	ÍNDICE DE REFRAÇÃO	T (°C)
GASOLINA A	LÍMPIDO E SEM IMPUREZAS	AMARELADA	25 %	731,0*	1,3907	25,3
GASOLINA B			25 %	805,0*	1,3970	25,3
GASOLINA C			27%	734,5*	1,3932	23,5
ETANOL A	IMPUREZAS	INCOLOR	97 °INPM *	806,5*	-	26
ETANOL B			97 °INPM *	805,0*	-	26
ETANOL C			97 °INPM *	806,0*	-	25

* Valores corrigidos para 20°C

FONTE: autoria própria

Diante dos resultados apresentados, verificou-se que as amostras de gasolinas em postos de combustíveis localizados na mesorregião do agreste paraibano apresentam valores, em sua maioria, de acordo com o estabelecido na legislação brasileira, principalmente quanto ao teor de etanol adicionado. Para as amostras A, B e C possuem o

teor de álcool dentro dos padrões, porém todas apresentam índice de refração abaixo do padrão, a amostra B possui a massa específica acima dos limites para gasolina. As amostras de etanol A, B e C apresentaram massa específica dentro dos limites apresentados na norma, porém as amostras do biocombustível para o teor alcoólico ficaram acima dos padrões exigidos na resolução citada acima. Além disso, a metodologia proposta neste trabalho foi empregada com o objetivo de detectar adulterações em gasolina de forma rápida, simples e de baixo custo, utilizando pequenos volumes de amostras.

5. Considerações finais

Neste trabalho foi realizado cinco experimentos principais para investigar o potencial da qualidade desses combustíveis. Com base na pesquisa realizada, as seguintes conclusões foram inferidas:

- Adulterantes em derivados de petróleo são perigosos para os consumidores que os utilizam em seus veículos e em outros locais, pois, por exemplo, o etanol misturado à gasolina, em proporção não conhecida, é muito mais perigoso do que a gasolina pura para nossos veículos.

- Este método de adulteração de combustível é, portanto, muito viável por ser mais seguro, fácil e prontamente disponível para a indústria de petróleo e gás. Ele pode ser usado diretamente em trabalho de campo, em vez de passar pelos processos de tarefas de uso de outros métodos de detecção realizados em laboratório.

- Embora um estudo de viabilidade mais detalhado seja necessário para aplicações reais de análise de campo, vale a pena o esforço, pois esta nova abordagem para aprimorar a eficiência operacional da inspeção de adulteração de gasolina apresenta múltiplos benefícios, este trabalho está ainda em desenvolvimento para análise desses combustíveis durante o ano de 2025.

Agradecimentos

Ao Campus Campina Grande-PB.

Referências

ANP, Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. ETANOL. 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/anp/pt-br/assuntos/producao-e-fornecimento-de-biocombustiveis/etanol> Acesso em: 01 jun 2025.

ANP, Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. RESOLUÇÃO ANP Nº 864. 2022. Disponível em: <https://atosoficiais.com.br/anp/resolucao-n-864-2021-estabelece-as-especificacoes-dos-combustiveis-de-referencia-utilizados-nos-ensaios-de-avaliacao-de-consumo-de-combustivel-e-de-emissoes-veiculares-para-a-homologacao-de-veiculos-automotores-novos-e-de-maquinas-agricolas-e-rodoviaras-novas> Acesso em: 01 jun 2025.

FADAIRO, et al. A fast and cost-efficient method to detect ethanol as adulterant in gasoline. *MethodsX*. Volume 7, p. 100974, 2020. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2215016120301941?via%3Dihub> Acesso em: 29 maio. 2025.

FAGUNDEZ, et al. Determination of optimal wet ethanol composition as a fuel in spark ignition engine. *Applied Thermal Engineering*. V.112, P. 317-325, 2017. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1359431116324309?via%3Dihub> Acesso em: 30 maio. 2025.

HWANG, T. G. et al. On-site colorimetric detection of adulterated gasoline using highly reflective 1D photonic crystal sensors based on photo-crosslinked polymer-titania hybrids. *Sensors and Actuators B: Chemical* Volume 371, 2022, p.132488. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0925400522011303?via%3Dihub>. Acesso em: 29 maio. 2025.

LEE, D. M.; LEE, D.H., HWANG, H. Gasoline Quality Assessment Using Fast Gas Chromatography and Partial Least-Squares Regression for the Detection of Adulterated Gasoline. *Energy & Fuels* Vol 32, 2018. Disponível em: <https://pubs-acscs.org.ez291.periodicos.capes.gov.br/doi/10.1021/acs.energyfuels.8b02368> Acesso em: 29 maio. 2025.