

ANÁLISE DE QUALIDADE DOS COMBUSTÍVEIS DOS POSTOS DA CIDADE DE LAVRAS/MG - ANO DE 2021

Ellen Ribeiro ¹
Maria Eduarda Resende Luiz ²
Lucas Renato de Oliveira Mourão ³
Irineu Petri Júnior ⁴
Cristiane Alves Pereira ⁵

RESUMO

A utilização do petróleo como fonte de energia foi essencial para garantir o desenvolvimento industrial pela oferta de combustíveis com diferentes especificações. O combustível de maior valor de mercado é a gasolina tipo C, que é comercializada como uma mistura de nafta, solventes e etanol anidro. No cenário brasileiro, com a necessidade de reduzir a dependência do petróleo e a busca pela melhora da octanagem do combustível, a gasolina passou a receber a adição de etanol anidro. Ademais, foi desenvolvido motores de combustão interna à etanol hidratado, buscando aprimorar a flexibilidade quanto ao combustível utilizado. Desde o início do século XXI, despontaram os veículos *flex* que operam com uma mistura em qualquer proporção de etanol hidratado e gasolina tipo C. De acordo com a Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP), deve-se respeitar a proporção de adição de 27% em volume de álcool anidro com 1% de tolerância na gasolina tipo C. O objetivo deste trabalho foi analisar amostras de gasolina tipo C de postos revendedores da cidade de Lavras (MG), a fim de determinar o teor de etanol anidro, comparando com as especificações impostas pela agência reguladora. Os testes foram realizados seguindo o método da proveta (NBR 13992/2005). Os resultados demonstraram que 61,90% das amostras analisadas apresentam teor de etanol anidro em desacordo com a faixa estabelecida pela ANP, sendo que, dentre os 15 postos credenciados, 9 extrapolaram a faixa permitida. Conclui-se que a maioria dos postos analisados comercializam gasolina fora da especificação.

Palavras-chave: Gasolina, Teor de Etanol, Adulteração.

INTRODUÇÃO

A gasolina, um dos derivados do petróleo, é uma mistura complexa de diversos hidrocarbonetos cujas cadeias contêm de cinco a dez átomos de carbono e essa é obtida por meio da destilação do petróleo ou em unidades de conversão em um processo de refino. As propriedades físico-químicas e características de desempenho de motor são determinadas pela

¹ Graduanda do Curso de Engenharia Química da Universidade Federal de Lavras - MG, ellenribeiro2305@gmail.com;

² Graduanda do Curso de Engenharia Química da Universidade Federal de Lavras - MG, dudaresendeluiz01@gmail.com ;

³ Graduando do Curso de Engenharia Química da Universidade Federal de Lavras - MG, lucasmourao.rock@gmail.com;

⁴ Professor Doutor do Curso de Engenharia Química da Universidade Federal de Lavras - MG, irineupetri@gmail.com;

⁵ Professor orientador: Doutora em Engenharia Química, Universidade Federal de Lavras - MG, cristiane.alpereira@ufla.br.

mistura desses hidrocarbonetos. As especificações nacionais da gasolina são regulamentadas pela Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP), a qual é atuante sob o controle de qualidade das gasolinas por meio do Programa de Monitoramento da Qualidade dos Combustíveis (PMQC). Para alcançar o padrão de gasolina requisitado, é preciso que as misturas de correntes de hidrocarbonetos sejam formuladas, na refinaria, central petroquímica ou formulador e, desde que atendidas as especificações, independente do produtor, a qualidade e o desempenho do combustível são sempre os mesmos (ANP, 2020).

A gasolina do tipo “A”, passou a receber aditivos em sua composição, dentre eles o álcool etílico anidro. Com a adição deste composto, tem-se a gasolina classificada como do tipo “C”, a qual é comercializada nos postos revendedores e utilizada em automóveis, motos, embarcações náuticas, entre outros. Nesse tipo de combustível, de acordo com a ANP, a porcentagem de adição deve ser de 27% com tolerância de 1% (BEZERRA et al., 2019).

A adulteração da gasolina com excesso da adição do etanol é motivada pelo baixo preço de comercialização desse álcool em relação ao preço da gasolina. Com a finalidade de obter maior lucro e atender a competitividade do mercado, muitos postos de abastecimento têm tomado como prática a realização de fraudes no teor de etanol, uma vez que são adicionadas porcentagens do aditivo em quantidade superior ao estabelecido pelo órgão regulador. Como consequência, a ANP direcionou esforços para coibir essas práticas desonestas, contudo, devido à grande extensão do território nacional e a complexidade do sistema judicial brasileiro, que por meio de liminares mantém em operação os postos de combustíveis autuados por irregularidades, torna-se impraticável a fiscalização de modo efetivo em todos os postos revendedores de combustíveis (LOBO; CULTIVAR, 2002).

Diante disso, faz-se necessária e oportuna a aplicação de um método rápido para a determinação do teor de etanol na gasolina, dado a importância desta análise para autoridades governamentais, consumidores, distribuidores e fornecedores de combustíveis.

Nesse sentido, o presente trabalho visa avaliar de forma qualitativa e quantitativa o teor de etanol adicionado na gasolina de diferentes postos de combustíveis da cidade de Lavras/MG, para o ano de 2021. Para isso baseou-se na norma NBR 13992/2005, que descreve o processo metodológico para avaliação do percentual de etanol na gasolina por meio do teste da proveta.

REFERENCIAL TEÓRICO

Com o crescimento da indústria automobilística, houve um aumento apreciável na demanda por gasolina e outros combustíveis e, de modo consequente, fez-se necessário o

aperfeiçoamento das especificações para atender as necessidades de desempenho dos motores. No Brasil, as especificações da gasolina são definidas em função da presença de oxigenados, de aditivos, da massa específica e da qualidade antidetonante. A gasolina classificada como do tipo “A” é produzida nas refinarias e entregue às distribuidoras na forma de um *blend*, uma mistura da fração obtida na destilação direta com a gasolina proveniente das unidades de conversão como a de Craqueamento Catalítico Fluidizado (FCC). Este tipo de gasolina é isento de etanol anidro e teve seu potencial comercial reduzido drasticamente, sendo extinguido do cenário brasileiro. Em análise, notou-se que este tipo de gasolina possuía um baixo número de octano, ou seja, baixa resistência à detonação, o que está intimamente ligado à qualidade do combustível (BEZERRA et al., 2019).

Concomitantemente, a disponibilidade decrescente de petróleo bruto e a necessidade de um meio ambiente sustentável, tornou-se imprescindível a busca por alternativas de controle do efeito estufa, seja via redução do consumo de combustíveis fósseis, mitigação da emissão de efluentes gasosos poluentes, adoção de fontes alternativas de energia, flexibilização dos combustíveis em utilização, entre outros. No Brasil, a alternativa encontrada para atender à estas necessidades, garantir o fornecimento de energia e apoiar a indústria açucareira por meio da diversificação do produto, foi a adição do álcool etílico anidro na gasolina tipo A (KOHLHEPP, 2010). A inclusão deste aditivo foi proveniente da iniciativa governamental por intermédio do Programa Nacional do Álcool (Proálcool), iniciado em 1975, cujo principal objetivo era a transição da gasolina para o etanol obtido a partir da biomassa: cana de açúcar, mandioca e sorgo. Para a implementação do programa, foram propostas estratégias de manutenção da economia por meio da substituição do petróleo importado por aqueles de fontes nacionais e pela criação de outras iniciativas, como o Programa Nuclear e o Pró-Óleo (ROSILLO-CALLE; CORTEZ, 1998).

A mistura do etanol na gasolina produz uma melhora significativa na octanagem do combustível resultante em comparação à gasolina sem etanol. Ademais, o álcool etílico oferece um benefício adicional, uma vez que este possui uma alta entalpia de vaporização, o que resulta no resfriamento substancial da carga fresca, especialmente em motores de injeção direta (ID). O efeito deste resfriamento em combinação com a alta octanagem inerente do etanol, caracteriza-o como um combustível com elevada resistência à detonação – representado pelo Número de Octano de Pesquisa (RON) e o Número de Octano do Motor (MON) (STEIN et al., 2012).

Stein et al. (2012), observaram que ao adicionar 10% vol. e 20% vol. de etanol em uma gasolina base, cujo RON era 82, houve a melhoria de 7 e 13 unidades neste valor, respectivamente. A adição do etanol causou um efeito mais significativo na octanagem quando se avaliou a gasolina base com uma octanagem menor. Além disso, outros estudos com combustíveis misturados ao etanol em motores de ignição por centelha obtiveram resultados promitentes.

Os conjuntos motrizes calibrados com a finalidade de se utilizar juntamente os combustíveis etanol e gasolina (motores *flex fuel*), suportam mais facilmente às altas quantidades do álcool na gasolina, visto que esses são concebidos para serem abastecidos com qualquer proporção de mistura, não havendo limitações. No entanto, para esses motores há uma perda de autonomia (GUERRA, 2018). Já para motores movidos apenas à gasolina, o excesso de etanol pode acarretar diversos problemas, dentre eles, o inchaço do motor, que ocasiona o vazamento ou bloqueio dos tubos de combustível, a corrosão de peças metálicas de injeção eletrônica, resistência na partida a frio, queima da bomba de combustível, diminuição na durabilidade das velas, dificuldade de lubrificação e travamento do turbocompressor. Não obstante, o etanol possui alta polaridade, o que promove a progressiva solubilidade da água na gasolina, o que impacta negativamente na qualidade do combustível (GUERRA, 2018; BEZERRA et al., 2019;).

A identificação do etanol na gasolina, segundo Dazzani (2003), é abarcado pelo estudo da interação entre as moléculas de água, etanol e os hidrocarbonetos presentes na gasolina, os quais permitem abordar os conceitos de separação de fases, solubilidade e densidade, explorando as características das moléculas envolvidas para explicar os fenômenos observados.

Primeiramente, faz-se uma análise mais significativa da geometria molecular, da polaridade da ligação covalente e das moléculas e das forças intermoleculares, bastante discutido por pesquisadores na área do ensino de ciências (ROCHA, 2001). O etanol, álcool primário, possui ambas as caracterizações em relação à polaridade. A cadeia carbônica, presente nesse composto, é apolar e é atraída por semelhança pelas moléculas de gasolina. A segunda parte desse composto possui o grupo funcional hidroxila (OH), característico dos álcoois, que denota à molécula um caráter polar intenso. Isso faz com que o etanol seja atraído pelas moléculas da solução de cloreto de sódio (NaCl), que também são polares, realizando ligações de hidrogênio e separando a gasolina do etanol. Um ponto importante a se destacar é que o sal presente na solução aquosa força a separação de fases, principalmente se há emulsão formada, uma vez que há a dissociação dos íons (Na^+ e Cl^-), tornando a separação mais promissora. Na

parte inferior da proveta, o álcool juntamente com a solução de NaCl se acumulam no fundo, pois são mais densos, enquanto a gasolina fica concentrada no topo (AMPARADO; REIS; BORGES, 2017).

Portanto, a leitura do volume final da fase aquosa fornece o teor volumétrico de Etanol Anidro Combustível (E_{AC}) por meio da Equação 1:

$$E_{AC} = [(A - 50) * 2] + 1 \quad (1)$$

Em que, A representa o volume final da fase aquosa expressa em mililitros (mL).

O resultado deve ser expresso em um número inteiro. Logo, quando a diferença (A-50) for menor que 0,5mL, registra-se o resultado como < 1% vol./vol..

METODOLOGIA

Primeiramente, foi necessário realizar o mapeamento dos postos de combustíveis da cidade de Lavras, a qual se situa na mesorregião do Campo das Vertentes, em Minas Gerais (Brasil), para a obtenção das amostras de gasolina do tipo C. Foram computados trinta e dois postos revendedores de combustíveis, credenciados ou de bandeira branca, os quais abastecem a frota de 62.666 veículos automotivos, sendo estes à gasolina, álcool ou ambos (IBGE, 2018). A coleta destas amostras foi realizada entre os dias 19 e 20 de abril de 2021 e para a seleção dos postos a serem avaliados, o critério utilizado foi embasado na mobilidade dos participantes da pesquisa, na logística de coleta e armazenamento dos combustíveis e devido, também, a pandemia do SARS-CoV-2, que requisitou protocolos sanitários restritivos. Em vista disso, foram selecionados 21 postos para amostragem, conforme as necessidades.

Diante da conveniência de divulgação anônima das informações coletadas dos postos revendedores de combustíveis, torna-se imprescindível a codificação destes postos que foram monitorados. No presente trabalho, para a divulgação dos resultados, os postos foram numerados de 1 a 21 de forma aleatória.

Todas as amostras de gasolina foram direcionadas para o Laboratório de Operações e Sistemas Térmicos da Universidade Federal de Lavras, onde foram realizadas as medidas do teor de etanol anidro presente em cada amostra de gasolina. Como já mencionado anteriormente, estas análises foram realizadas com base na norma NBR 13992/2005, que descreve o processo metodológico para avaliação do percentual de álcool etílico anidro presente na gasolina por meio do teste de proveta.

Em um primeiro momento, foi feito o preparo de uma solução de NaCl 10% m/v, utilizando-se 50g desse sal em um balão volumétrico de 500mL e completou-se o restante do volume com água deionizada. Esse procedimento foi feito até que houvesse um volume de solução suficiente para todas as análises.

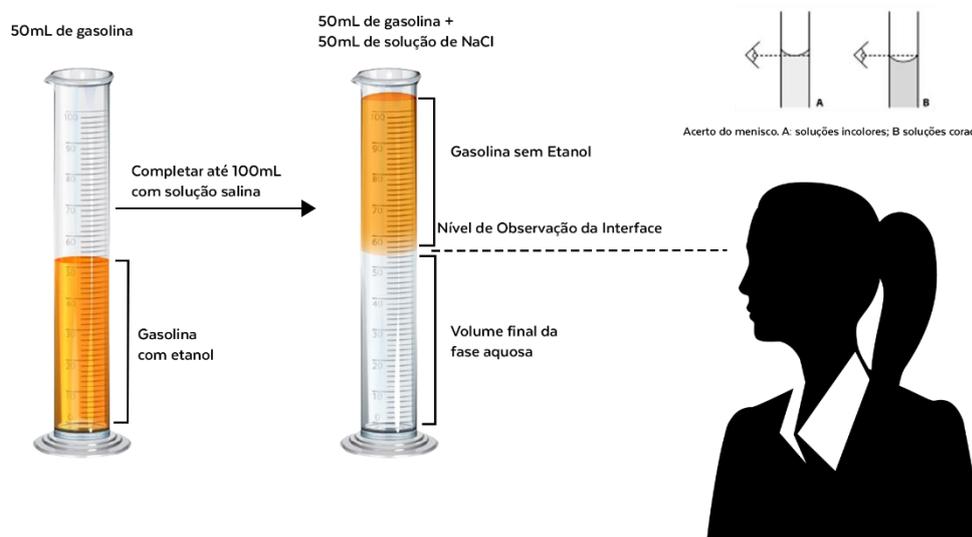
Posteriormente, foram adicionados 50mL da amostra de combustível em uma proveta de vidro de 100mL, graduada e com tampa. Para se colocar a amostra é necessário que essa vidraria esteja limpa, seca e desengordurada. Em seguida adicionou-se a solução de NaCl até completar o volume de 100 ml, observando a parte inferior do menisco. Vale ressaltar que tanto a amostra de combustível quanto a solução de NaCl devem ser adicionadas com o auxílio de uma pipeta graduada e ambas as soluções devem estar em temperatura ambiente.

Em sequência, a proveta foi tampada e invertida sucessivamente por dez vezes, a fim de se separar o etanol da mistura de gasolina, tendo o cuidado para se evitar a agitação energética. Por fim, deve-se deixar a proveta em repouso por 10 minutos, em superfície plana e nivelada, para garantir a separação completa das duas fases.

Tendo em vista que as análises foram realizadas em triplicatas, foi necessário realizar uma ambientação na proveta utilizada. Esse procedimento foi feito lavando a proveta com detergente neutro, secando-a com a melhor eficiência possível com o auxílio do papel filtro e depois realizando uma ambientação da proveta com uma porção da amostra de gasolina, minimizando assim os possíveis erros de contaminação.

Realizou-se, então, a leitura do deslocamento da fase aquosa. Para tanto, foi observado a base inferior do menisco formado na interface entre a fase aquosa e a gasolina, posicionando os olhos na mesma altura da linha de interface, como demonstrado na Figura 1.

Figura 1- Leitura da interface entre a fase aquosa e a gasolina



Fonte: Dos autores

Efetuar essa leitura corretamente é de extrema importância para evitar o erro de paralaxe, o qual é um fenômeno que ocorre por meio da observação errada do valor de uma escala analógica em um instrumento, devido ao ângulo de visão adotado.

Com o objetivo de organizar e avaliar os dados obtidos, realiza-se uma análise estatística, a qual é de suma importância para afirmação do presente trabalho. Tal importância é justificada, uma vez que esta análise examina cada amostra de dados e avalia possível tendência em nível populacional, possibilitando concluir se o dado amostral obtido é significativo em relação à sua população. Para esta análise foram calculados as médias e os desvios padrão das triplicadas para cada posto, por meio das Equações 2 e 3, respectivamente.

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \quad (2)$$

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \quad (3)$$

Em que x_i é a porcentagem de etanol anidro na gasolina, \bar{x} a média das análises para cada posto, n o número de análise por posto analisado e s o desvio padrão.

Posteriormente, realizou-se o teste de hipóteses unilateral utilizando a distribuição *t-Student*, com nível de confiança igual a 95% e $n-1$ graus de liberdade, em que o “n” representa o número de análises realizadas em cada posto, no caso do presente trabalho n é igual a 3, visto que cada análise foi realizada em triplicata. O propósito para utilização dessa distribuição é definir a porcentagem de postos que apresentaram combustíveis que extrapolaram o intervalo de referência. Para tal, foi necessário definir as hipóteses nula e alternativa, descritas abaixo:

$$H_0: \mu \leq \mu_0 \text{ e } H_1: \mu > \mu_0$$

Em que o parâmetro μ_0 é o valor que será testado para μ e μ é a média de cada posto. O parâmetro H_0 é a hipótese nula e H_1 é a hipótese alternativa, sendo que a hipótese H_1 será aceita caso H_0 seja rejeitada. Para o trabalho exposto, definiu-se μ_0 como 27% \pm 1%, referente ao teor permitido de etanol anidro na gasolina. Dessa forma, caso a primeira hipótese seja aceita, o teste retornará o resultado indicando que determinado posto se encontra dentro do teor permitido de etanol anidro na gasolina, caso contrário, o teste retorna que aquele posto se encontra fora desses parâmetros.

A utilização da distribuição *t-Student* é justificada pela premissa principal deste teste estatístico: o desconhecimento da variação populacional. No entanto, o cálculo do teste da média pode ser realizado baseando-se na variação amostral (MAGALHÃES; LIMA, 2004). Esse tipo de distribuição se respalda na comparação do valor de t observado (t_{obs}), calculado

pela Equação 4, com o valor de t tabelado definido pela literatura, para ao fim, realizar a validação do teste estatístico (NETO, 2006).

$$t_{obs} = \frac{|\bar{x} - \mu_0|}{\frac{s}{\sqrt{n}}} \quad (4)$$

Em que \bar{x} é o valor médio de teor de etanol na gasolina obtido por meio da análise em triplicata para cada amostra de combustível e o μ_0 é o teor permitido de etanol anidro (27% \pm 1%) na gasolina.

Subsequentemente, define-se os valores analíticos para os parâmetros de análise. De acordo com Neto (2006), para um valor de significância de 0,05 e para o grau de liberdade igual a 2, tem-se o valor de 2,920 para o t de Student tabelado. Dessa forma, foi verificado se o valor encontrado estava dentro ou fora da área de rejeição, ou seja, se determinado posto de combustível se encontrou dentro ou fora dos parâmetros estabelecidos pela ANP. Para a obtenção dos resultados das análises foi usado o software Excel.

Após confirmar quais dos postos aceitam a hipótese nula, pode-se então calcular a porcentagem de postos fora da especificação, utilizando a Equação 5, e esse valor irá ditar a frequência de adulteração dos combustíveis revendidos nos postos da Lavras.

$$\% = \frac{\text{postos com teor acima de 27\%}}{\text{número total de postos analisados}} \quad (5)$$

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 dispõe a codificação realizada para os postos analisados, sua indicação de credenciamento (bandeira), a média do teor de etanol anidro e o desvio padrão em relação à análise realizada em triplicata.

A partir da Tabela 1, observa-se que dos 21 postos analisados, 15 possuem credenciamento e 6 não possuem. Além disso, é possível observar que a média dos teores de etanol permaneceu entre 23,33% e 29,67%. Os desvios das análises permaneceram baixos, com um valor máximo de desvio de 1,15%, estando dentro do aceitável na norma.

Por meio desses resultados de teores, foi possível obter comparações gráficas, como aquela de teores de etanol de postos credenciados ou não (Figuras 2), análise das médias e desvios dos teores de etanol nos postos em 2021 (Figura 3) e resultados dos testes estatísticos de teor de etanol nos postos em 2012 (Figura 4).

A Figura 2.a demonstra que dos postos credenciados, 60% se encontram fora da especificação para o teor de etanol na gasolina de acordo com a ANP. Dentre estes, 22,22% possuem teores de etanol acima do regulamentado, podendo gerar diversos problemas aos

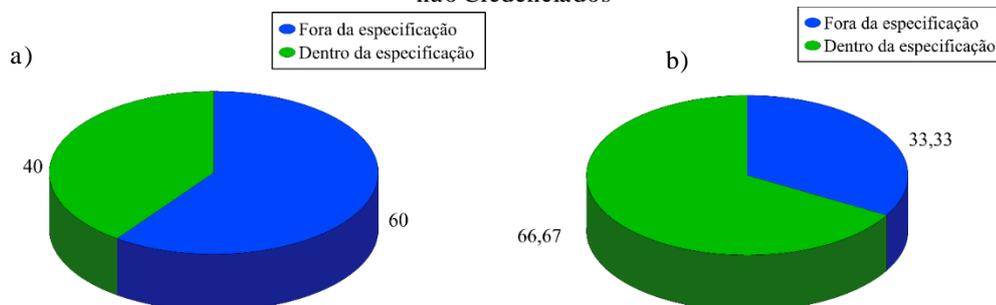
motores à gasolina, como inchaço do motor, corrosão de peças metálicas, dentre outros (GUERRA, 2018). Já a Figura 2.b explicita que dos postos sem fidelidade com alguma distribuidora, 33,33% estão fora da especificação. Dentre estes, 50% possuem gasolina com baixos teores de etanol na gasolina, abaixo do limite inferior, o que não promove riscos consideráveis aos motores automotivos. Pode-se aferir, dessa forma, que os postos não credenciados cumprem mais a legislação vigente do que postos credenciados, mas que ainda podem apresentar teores de etanol que promovem problemas diversos nos motores à gasolina.

Tabela 1 – Postos de combustíveis codificados, sua indicação de bandeira e os valores do teor de etanol obtido nas análises

Codificação	Bandeira	Média do teor de etanol (%)	Desvio Padrão
1	Presente	26.6667	0,5774
2	Presente	23.6667	11,547
3	Ausente	25.6667	11,547
4	Presente	27.5000	0,7071
5	Presente	29.6667	11,547
6	Presente	26.6667	0,5774
7	Presente	25.2667	13,013
8	Presente	24.0000	10,000
9	Ausente	25.6000	10,392
10	Ausente	26.4667	12,858
11	Presente	25.6000	0,3464
12	Presente	27.6667	11,547
13	Presente	23.9333	0,9018
14	Ausente	28.5000	0,7071
15	Presente	27.6667	11,547
16	Ausente	23.3333	0,5774
17	Presente	24.5000	0,7071
18	Presente	26.3333	11,547
19	Presente	28.6667	0,5774
20	Ausente	27.6667	0,5774
21	Presente	23.5333	0,9238

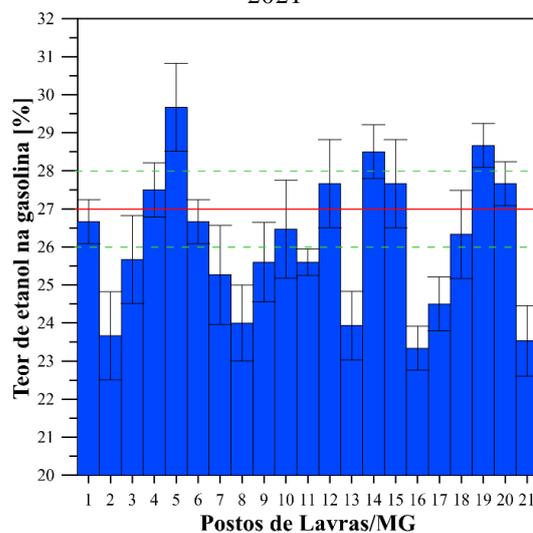
Fonte: Dos Autores (2021)

Figura 2 – Porcentagem de postos fora e dentro da especificação da ANP para a) Postos Credenciados; b) Postos não Credenciados



Fonte: Dos Autores (2021)

Figura 3 – Resultado da teor de etanol dos postos de 2021



Fonte: Dos Autores (2021)

Figura 4 – Resultados das análises dos testes de hipóteses



Fonte: Dos Autores (2021)

A partir da Figura 3, conclui-se que dos 21 postos analisados, 13 possuem a gasolina fora da especificação, enquanto apenas 8 postos possuem gasolina com o teor de etanol anidro dentro da faixa de tolerância exigida pela ANP. Destes 13 postos, 3 obtiveram teores entre 28,50% e 29,67%, o que evidencia a possível adulteração das gasolinas comercializadas nesses postos. As análises estatísticas mostraram que a média dos teores de etanol na gasolina na cidade de Lavras/MG em 2021 foi de 26,12%, o qual se encontra dentro da faixa percentual regulamentada. Esta análise salienta a normalização do setor de revenda de combustível da cidade de Lavras, que, em um diagnóstico mais integral, respeita a padronização da agência reguladora. Já em relação ao desvio padrão médio de 2021 o valor obtido foi de 0,8921%, este denota confiabilidade à análise.

Por meio da Figura 4, verifica-se que 61,90% dos postos analisados estão fora da especificação e 38,10% possuem gasolina que atende a legislação. Embora o valor aferido para fora da faixa de tolerância se demonstre exorbitante, 76,92% destes postos possuem gasolina com teor de etanol abaixo de 26%, o que não oferece grandes riscos aos motores automotivos. No entanto, o baixo teor deste aditivo não corrobora com o programa governamental Proálcool e com toda a questão de sustentabilidade que o compreende, dado que este visa promover a utilização de combustíveis de fontes renováveis buscando minimizar a emissão de efluentes gasosos poluentes. Além disso, é válido ressaltar que o uso do etanol anidro também influencia o índice de octanagem da gasolina tipo C (PINTO et al., 2020).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em virtude do que foi mencionado, conclui-se que mais de 50% dos 21 postos revendedores de combustíveis, analisados na cidade de Lavras, possuem gasolina com teor de etanol anidro que não compreende a faixa determinada pela ANP. Entre os postos credenciados, 9 apresentaram valores que extrapolam a faixa de 26% a 28%. Dentre estes, 2 possuem altos teores de etanol, acima do regulamentado (valores maiores que 28%), o que, como exposto anteriormente, pode acarretar diversos problemas aos motores automotivos à gasolina.

Pode-se ressaltar também a importância deste estudo para a comunidade de uma forma geral, uma vez que ele carrega um forte viés social. Este, por sua vez, é caracterizado por fomentar a discussão coletiva à respeito da adulteração da gasolina e consequente concorrência desonesta entre os postos. Portanto, o levantamento, tratamento de dados, sua discussão e sua respectiva divulgação é de extrema relevância para o meio acadêmico e social.

Vale mencionar que os resultados obtidos para o ano de 2021 não estão condizentes com os teores obtidos nos anos anteriores (2018, 2019, 2020) havendo, portanto, suspeitas de um possível vazamento de informações sobre o período de coleta de amostras de gasolina. Sendo assim, novas coletas e análises serão realizadas a fim de corroborar com os resultados apresentados neste trabalho.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio técnico-financeiro proporcionado pela Universidade Federal de Lavras, pela entidade de extensão NEPetro (Núcleo de Estudos em Petróleo e Energia) e por todos os alunos, técnicos e professores que auxiliaram no projeto.

REFERÊNCIAS

AMPARADO, B. L. R.; REIS, M. J.; BORGES, D. G. Determinação do teor de etanol na gasolina dos postos de combustíveis do município de Passos (MG). **Ciência ET Praxis**, v. 9, n. 18, p. 25–28, 29 nov. 2017.

ANP - AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEL. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/petroleo-derivados/155-combustiveis/1855-gasolina>>. Acesso em: 28 mar. 2021.

BEZERRA, A. C. DE M. et al. Quantification of anhydrous ethanol and detection of adulterants in commercial Brazilian gasoline by Raman spectroscopy. **Instrumentation Science & Technology**, v. 47, n. 1, p. 90–106, 2 jan. 2019.

DAZZANI, M.; CORREIA, P. R. M.; OLIVEIRA, P. V.; MARCONDES, M. E. R. Explorando a Química na Determinação do Teor de Álcool na Gasolina. **Revista Química Nova na Escola**, n. 17, p. 42-35. São Paulo, 2003.

GUERRA, P. H. L. **Quais as consequências para o seu motor se o percentual de álcool na gasolina aumentasse para 40%?** **Educação Automotiva**, 14 mar. 2018. Disponível em: <<https://educacaoautomotiva.com/2018/03/14/governo-percentual-alcool-gasolina-40-consequencias-motor/>>. Acesso em: 30 mar. 2021

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (Lavras | Frota de veículos). Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/lavras/pesquisa/22/0>>. Acesso em: 1 abr. 2021.

KOHLHEPP, G. Análise da situação da produção de etanol e biodiesel no Brasil. **Estudos Avançados**, v. 24, n. 68, p. 223–253, 2010.

LOBO, M. T. G.; CULTIVAR, G. Tudo sobre gasolina. **Grupo Cultivar**, n. 15, 2002.

MAGALHÃES, M. N.; LIMA, A. C. P. Noções de Probabilidade e Estatística. 6^a ed. São Paulo, 2004.

NETO, P. L. O. C. Estatística. 2^a ed. São Paulo, Blucher, 2006.

PINTO, V. S. et al. ¹H NMR and Chemometric Methods to Estimate the Octane Number in Brazilian C Gasolines. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v. 31, n. 8, p. 1690–1699, ago. 2020.

ROCHA, W. R. Interações intermoleculares. **Revista Química Nova na Escola**, n. 4, p. 31-36. Cadernos Temáticos. São Paulo, 2001.

ROSILLO-CALLE, F.; CORTEZ, L. A. B. Towards ProAlcool II—a review of the Brazilian bioethanol programme. **Biomass and Bioenergy**, v. 14, n. 2, p. 115–124, 23 mar. 1998.

STEIN, R. A. et al. Effect of Heat of Vaporization, Chemical Octane, and Sensitivity on Knock Limit for Ethanol - Gasoline Blends. **SAE International Journal of Fuels and Lubricants**, v. 5, n. 2, p. 823–843, 16 abr. 2012.