

Programa de Monitoramento da Qualidade do Biodiesel - PMQBio

Centro de Pesquisas e Análises Tecnológicas - CPT



Relatório do 1º Ciclo 2024/2025

Setembro/2025

Coordenação de Qualidade de Combustíveis – CQC
Centro de Pesquisas e Análises Tecnológicas – CPT
Superintendência de Biocombustíveis e Qualidade de
Produtos - SBQ



Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis

Diretor-Geral

Artur Watt Neto

Diretores

Symone Araújo

Daniel Maia Vieira

Fernando Moura

Pietro Mendes

Superintendência de Biocombustíveis e Qualidade de Produtos

Cristiane Zulivia de Andrade Monteiro – Superintendente de Biocombustíveis e Qualidade de Produtos

Fábio da Silva Vinhado – Superintendente Adjunto de Biocombustíveis e Qualidade de Produtos

Centro de Pesquisas e Análises Tecnológicas – CPT

Alex Rodrigues Brito de Medeiros – Chefe de Núcleo do CPT

Cristiane Brito Costa – Assessora Técnica do Centro de Pesquisas e Análises Tecnológicas

Coordenação de Qualidade de Combustíveis - CQC

Ednéia Caliman – Coordenadora de Qualidade de Combustíveis

Valéria Ferreira – Assessora Técnica de Qualidade de Combustíveis

Larissa Noemi Silva – Especialista em Regulação

Thiago Machado Karashima - Especialista em Regulação

Coordenação de Infraestrutura e Aquisições - CIA

Bruno Sales Bernardo– Coordenador de Infraestrutura e Aquisições

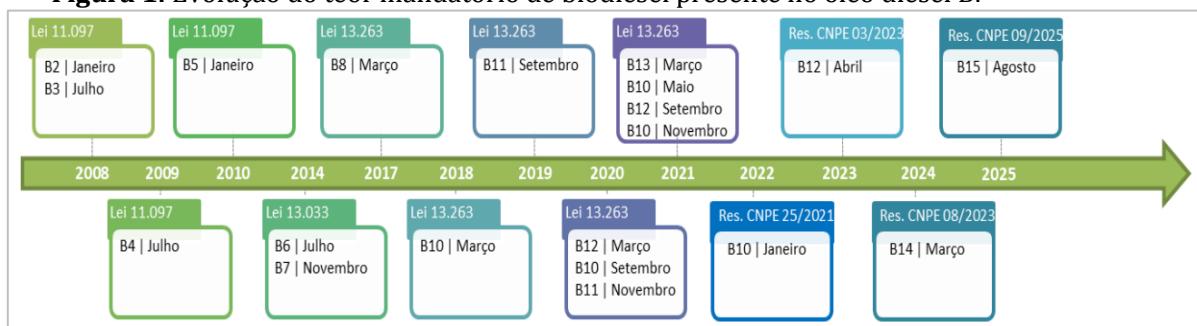
Silvio Frank Barbosa Rodrigues – Vice Coordenador de Infraestrutura e Aquisições

1. INTRODUÇÃO

Os óleos diesel são as principais fontes de energia de veículos para transporte de passageiros e carga no Brasil, com demanda anual de quase 70 bilhões de litros¹ e com crescimento contínuo da demanda nos últimos anos. No Brasil, são utilizados o óleo diesel B S10 e S500, como resultado da mistura dos óleos diesel A (origem fóssil) ou C (origem fóssil com parcela coprocessada renovável) com o biodiesel.

Por sua vez, o biodiesel é um combustível renovável obtido a partir de um processo químico denominado transesterificação. Por meio desse processo, os triglicerídeos presentes nos óleos e gorduras de origem renovável reagem com um álcool primário, metanol ou etanol, gerando dois produtos: os ésteres de ácido graxo e a glicerina. Somente o primeiro pode ser comercializado como biodiesel, após passar por processos de purificação para adequação à especificação da qualidade, sendo destinado principalmente à aplicação em motores do ciclo Diesel. No Brasil, a mistura de biodiesel ao óleo diesel fóssil teve início em 2004, em caráter experimental, passando a voluntária entre 2005 e 2007, no teor de 2%. A obrigatoriedade veio com o artigo 2º da Lei nº 11.097/2005, que introduziu o biodiesel na matriz energética brasileira. Em janeiro de 2008, entrou em vigor a mistura legalmente obrigatória de 2% (B2), em todo o território nacional. Com o amadurecimento do mercado brasileiro, esse percentual foi sucessivamente ampliado pelo CNPE, até atingir os atuais 15%, a partir de 1º de agosto de 2025, conforme Resolução CNPE nº 9/2025. A evolução dos percentuais mandatórios de biodiesel, na composição do óleo diesel B, encontra-se ilustrada na Figura 1.

Figura 1: Evolução do teor mandatório de biodiesel presente no óleo diesel B.



Fonte: Análise de Conjuntura dos Biocombustíveis – Ano 2024, EPE.

A especificação do biodiesel tem sido aprimorada constantemente ao longo dos anos, o que tem contribuído para o alinhamento da sua qualidade às condições do mercado brasileiro e para sua harmonização com as normas internacionais, assegurando maior segurança e previsibilidade aos agentes econômicos.

Com o incremento sucessivo do teor de biodiesel no óleo diesel B, a ANP viu crescer também o número de reclamações relativas a possíveis problemas de qualidade com esse combustível, especialmente no fim da década passada. Embora não haja evidências conclusivas quanto à origem dos problemas reportados,

¹ EPE – Empresa Brasileira de Pesquisa Energética. Perspectivas do mercado brasileiro de combustíveis no curto prazo. Ago./2025. Disponível em: https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-594/topico-752/Perspectivas%20para%20o%20Mercado%20Brasileiro%20de%20Combust%C3%A3veis%20no%20Curto%20Prazo_2025-08.pdf

representantes dos setores de distribuição e de revenda de combustíveis e usuários alegavam que tais problemas estariam relacionados ao uso e à qualidade do biodiesel utilizado na composição do óleo diesel B.

Diante desse cenário, e considerando os excelentes benefícios trazidos ao mercado pelo Programa de Monitoramento da Qualidade dos Combustíveis – PMQC, que possibilitou redução expressiva dos índices de não conformidade dos combustíveis comercializados nacionalmente, a ANP se empenhou na criação de um novo programa de monitoramento, inspirado no PMQC, porém voltado para o mercado de óleo diesel B.

O Programa de Monitoramento da Qualidade do Biodiesel (PMQBio), instituído e regulamentado pela Resolução ANP nº 860, de 2021, tem por objetivo principal a proteção dos interesses dos consumidores quanto à qualidade dos derivados do petróleo e dos biocombustíveis comercializados nacionalmente. Para consecução desse objetivo, o PMQBio se configura como uma ferramenta de vigilância ostensiva da qualidade dos produtos comercializados ao longo da cadeia de abastecimento, com a geração de subsídios técnicos para a Superintendência de Biocombustíveis e Qualidade de Produtos – SBQ, para a Superintendência de Fiscalização – SFI, e para o mercado.

A mais dos subsídios para as ações de cunho fiscalizatório, o programa também tem possibilitado o levantamento de quantidade expressiva de dados de qualidade dos produtos comercializados, contribuindo para a construção de um perfil histórico da qualidade, além de servir como ferramenta importante de apoio à investigação de eventuais reclamações a qualidade que possam ser recebidas pela Agência.

Ressalta-se que o PMQBio visa a verificar se as principais propriedades, tanto do biodiesel quanto do óleo diesel A, se mantêm preservadas até sua chegada à cadeia de distribuição, além de possibilitar a produção continuada de dados estatísticos extremamente relevantes sobre a qualidade desses produtos. Adicionalmente, assim como já ocorre no PMQC, o programa também tem contribuído com o trabalho fiscalizatório da Agência, por meio da identificação de eventuais não conformidades que possam ocorrer na qualidade desses produtos.

O programa teve inspiração em programas voluntários adotados por instituições estrangeiras como a AGQM (*The Association Quality Management of Biodiesel*) da Alemanha e o sistema americano BQ9000 (*National Biodiesel Accreditation Program*), que promovem periodicamente pesquisas de qualidade entre seus associados.

O PMQBio, tem como premissa a realização de duas rodadas de coleta de produtos ao longo de cada ano. A primeira rodada referente a esse primeiro ciclo foi realizada entre os meses de julho e dezembro de 2024. Já a segunda rodada de coleta ocorreu no período de janeiro a abril de 2025. No presente relatório, tem-se a consolidação dos resultados das duas rodadas de coleta, relativas ao ciclo de 2024/2025.

2. UNIVERSO AMOSTRAL

Coordenado pelo Centro de Pesquisas e Análises Tecnológicas da ANP - CPT, e executado por laboratórios selecionados via processo licitatório, o programa tem abrangência nacional e visa a realizar um levantamento estatístico da qualidade do óleo diesel A e do biodiesel utilizados na formulação do óleo diesel B. Para tanto, amostras desses produtos são coletadas nas bases de distribuição, no ponto mais próximo da linha de carregamento para formulação do óleo diesel B. Adicionalmente, também é realizada a coleta de amostras de biodiesel nas plantas de produção, a fim de se estudar eventuais efeitos da movimentação desse produto na sua qualidade.

Para a execução do PMQBio, foram credenciados pela ANP, em 2023, 5 laboratórios de análises, responsáveis pela coleta, transporte e análise das amostras relativas a cada uma das 5 regiões geográficas, a saber:

- Universidade Federal do Amazonas – UFAM, na região Norte;
- Intertek do Brasil Inspeções, na região Nordeste;
- Souza Neto & Souza LTDA – AGROANÁLISES, na região Centro-Oeste;
- Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita – UNESP, na região Sudeste; e
- Fundação Universidade Regional de Blumenau – FURB, na região Sul.

A primeira rodada de coleta e análise das amostras, relativa ao primeiro ciclo do programa, foi realizada ao longo do segundo semestre de 2024. Ao todo, duzentos e quarenta e seis (246) distribuidores de combustíveis e cinquenta (50) produtores de biodiesel aderiram ao programa e tiveram amostras coletadas por um dos cinco laboratórios contratados.

A segunda rodada de coletas, ainda referente ao exercício de 2024, e, portanto, ao primeiro ciclo do programa, foi realizada entre os meses de janeiro e abril de 2025. Essa rodada contou com a adesão de novos distribuidores, elevando o número de agentes monitorados para duzentos e quarenta e nove (249) distribuidores de combustíveis e cinquenta (50) produtores de biodiesel.

As amostras de biodiesel foram coletadas nos produtores de biodiesel, nas bases de distribuição e em terminais que realizam a mistura de óleo diesel A e biodiesel, para composição do óleo diesel B. Nas plantas de produção, a coleta foi realizada na linha de carregamento, ou em algum ponto mais próximo a ela, de modo a representar o produto em expedição. Nas bases de distribuição e terminais, onde foram coletadas também amostras de óleo diesel A, as amostras foram coletadas no ponto mais próximo antes da realização da mistura entre óleo diesel A e biodiesel, para composição do diesel B. Como o objetivo do programa é o de traçar um panorama da qualidade dos produtos que estão sendo fornecidos ao consumidor, nos casos envolvendo bases compartilhadas, condomínios ou instalações similares, considerando que o produto comercializado é

compartilhado por todos os agentes que operam na unidade, foi realizada apenas uma coleta de amostra por instalação.

3. AVALIAÇÃO DE CONFORMIDADE

Considerando o objetivo do PMQBio, de acompanhar a qualidade do óleo diesel A e do biodiesel, utilizados na composição do óleo diesel B, especialmente no que tange à presença de contaminantes, bem como às dificuldades operacionais e altos custos para se realizar a análise completa de todas as amostras coletadas, foram selecionados, dentre as características estabelecidas nas especificações desses produtos, Resolução ANP nº 920 (biodiesel) e Resolução ANP nº 968 (óleo diesel A), alguns parâmetros potencialmente mais críticos para serem monitorados. As amostras de óleo diesel A foram analisadas quanto aos seguintes parâmetros e respectivas normas:

- Aspecto – NBR 14954;
- Contaminação total – EN 12662;
- Destilação atmosférica – ASTM D86;
- Índice de acidez – ASTM D664;
- Ponto de Entupimento de Filtro a Frio – NBR 14747;
- Ponto de Fulgor – ASTM D56 ou ASTM D93; e
- Teor de água – ASTM D6304.

Para as amostras de biodiesel, os parâmetros avaliados e normas utilizadas foram:

- Aspecto - método visual;
- Contaminação total – EN 12662 ou NBR 15995;
- Estabilidade à oxidação a 110 °C – EN 14112;
- Índice de acidez – ASTM D664;
- Ponto de Entupimento de Filtro a Frio – NBR 14747;
- Teor de água – ASTM D6304; e
- Teor de mono, di, e triglicerídeos, glicerina livre e total – ASTM D6584 ou NBR 15908.

As amostras foram analisadas quanto aos parâmetros pré-estabelecidos e os resultados obtidos foram confrontados, tanto com os limites definidos nas especificações estabelecidas pela ANP para cada um dos produtos, quanto com os limites de aceitação determinados para cada uma das características. Os limites de aceitação foram definidos com base na norma ISO 4259-1, por meio da seguinte fórmula:

$$LA = L(\text{mín.}) - (0,59 * R) \quad \text{ou} \quad LA = L(\text{máx.}) + (0,59 * R)$$

Onde: LA = limite de aceitação; L = limite da especificação; R = reproducibilidade (método de análise)

No caso específico do aspecto, a confirmação da não conformidade sinalizada na análise visual se dá pelo resultado das análises complementares, conforme previsto nas respectivas resoluções dos produtos. Assim, uma amostra cujo aspecto não esteja límpido e isento de impurezas é considerada não conforme para o parâmetro, caso o resultado observado para o teor de água ou o resultado da contaminação total estejam fora dos limites de aceitação.

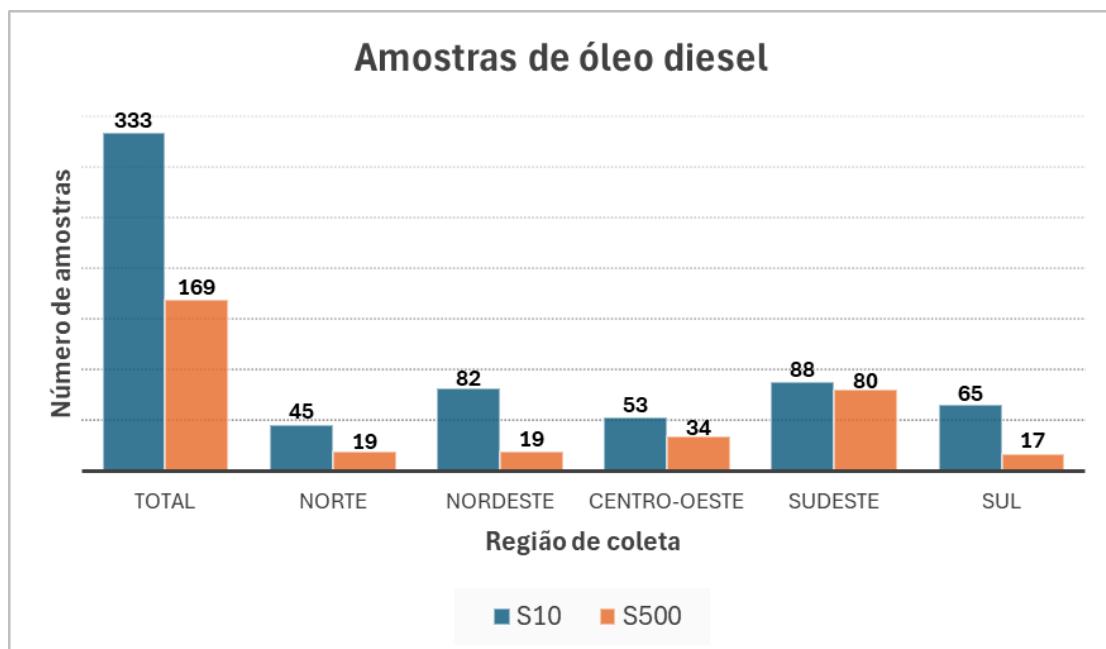
4. RESULTADOS

Após cada rodada de coleta e análises, todos os resultados obtidos pelos 5 laboratórios foram encaminhados para o CPT. De posse desses resultados, foi realizada uma análise minuciosa, a fim de se verificar a consistência dos resultados emitidos por cada um dos laboratórios. Todos os resultados obtidos foram confrontados com os limites de especificação e de aceitação para cada parâmetro, os quais se encontram listados nas tabelas A1 a A4, contidas no Anexo deste relatório.

4.1 Óleo diesel A

Considerando as duas primeiras rodadas do programa, foram coletadas 502 (quinhentos e duas) amostras de óleo diesel, das quais 333 (trezentos e trinta e três) eram de óleo diesel A S10, representando 66% das amostras, e 169 (cento e sessenta e nove) eram de óleo diesel A S500, equivalendo a 34% desse universo amostral. A distribuição dessas amostras, por região geográfica, se encontra informada na Figura 2.

Figura 2: Total de amostras de óleo diesel coletadas, distribuídas por região.



Das 502 amostras de óleo diesel, 14 (quatorze) apresentaram algum tipo de não conformidade, o que representa 2,8% do total de amostras coletadas. A distribuição de não conformidades, dentro do universo amostral, foi pormenorizada na Tabela 1.

Tabela 1: Dados gerais relativos às amostras de óleo diesel A.

| | Óleo diesel A S10 | | Óleo diesel A S500 | | Geral | |
|---|-------------------|------------|--------------------|------------|--------------|------------|
| | Quantitativo | Percentual | Quantitativo | Percentual | Quantitativo | Percentual |
| Total de amostras | 333 | 66% | 169 | 34% | 502 | 100% |
| Amostras não conformes ⁽¹⁾ | 7 | 2,1% | 7 | 4,1% | 14 | 2,8% |
| <i>Distribuição das não conformidades por parâmetro</i> | | | | | | |
| Aspecto | 2 | 0,6% | 2 | 1,2% | 4 | 0,8% |
| Contaminação total | 3 | 0,9% | 2 | 1,2% | 5 | 1,0% |
| Destilação | 1 | 0,3% | 1 | 0,6% | 2 | 0,4% |
| Índice de acidez | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% |
| PEFF ⁽²⁾ | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% |
| Ponto de fulgor | 3 | 0,9% | 4 | 2,4% | 7 | 1,4% |
| Teor de água | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% |

⁽¹⁾ Uma mesma amostra pode estar não conforme quanto a mais de uma característica; ⁽²⁾ Ponto de entupimento de filtro a frio.

O parâmetro com maior índice de não conformidade, para o óleo diesel A, foi o ponto de fulgor. Faz-se importante destacar que a análise de ponto de fulgor visa a avaliar a segurança dos combustíveis quanto à inflamabilidade, sendo determinada como a menor temperatura na qual o combustível entra em ignição, quando submetido a uma fonte externa de calor. O ponto de fulgor pode ser afetado por inúmeras razões, dentre as quais a contaminação com componentes leves, tais como gasolina e produtos mais voláteis que o óleo diesel.

4.2 Biodiesel

No que se refere ao biodiesel, como as amostras foram coletas tanto nos produtores do biocombustível quanto nos distribuidores que realizam as misturas, o número de amostras coletadas foi superior às de óleo

diesel A. Foram coletadas 595 (quinhentas e noventa e cinco) amostras, sendo 100 (cem) delas provenientes de produtores, o que equivale a 17% do total de amostras, e 495 (quatrocentas e noventa e cinco) oriundas de distribuidores, representando 83% desse universo amostral. Dessas 595 amostras de biodiesel coletadas, 153 apresentaram algum tipo de não conformidade, o que representa 25,7% do total de amostras coletadas. A distribuição de não conformidades, dentro do universo amostral, encontra-se pormenorizada na Tabela 2.

Tabela 2: Dados gerais relativos às amostras de biodiesel.

| | Produtores | | Distribuidores | | Geral | |
|---|--------------|------------|----------------|------------|--------------|------------|
| | Quantitativo | Percentual | Quantitativo | Percentual | Quantitativo | Percentual |
| Total de amostras | 100 | 17% | 495 | 83% | 595 | 100% |
| Amostras não conformes ⁽¹⁾ | 37 | 37,0% | 116 | 23,4% | 153 | 25,7% |
| <i>Distribuição das não conformidades por parâmetro</i> | | | | | | |
| Aspecto | 9 | 9,0% | 29 | 5,9% | 38 | 6,4% |
| Contaminação total | 17 | 17,0% | 62 | 12,5% | 79 | 13,3% |
| Estabilidade à oxidação | 10 | 10,0% | - | - | - | - |
| Índice de acidez | 10 | 10,0% | 15 | 3,0% | 25 | 4,2% |
| PEFF ⁽²⁾ | - | - | 1 | 0,2% | - | - |
| Monoglicerídeos | 7 | 7,0% | 17 | 3,4% | 24 | 4,0% |
| Diglicerídeos | 7 | 7,0% | 14 | 2,8% | 21 | 3,5% |
| Triglicerídeos | 5 | 5,0% | 10 | 2,0% | 15 | 2,5% |
| Glicerol livre | 1 | 1,0% | 5 | 1,0% | 6 | 1,0% |
| Glicerol total | 6 | 6,0% | 12 | 2,4% | 18 | 3,0% |
| Teor de água | 7 | 7,0% | 33 | 6,7% | 40 | 6,7% |

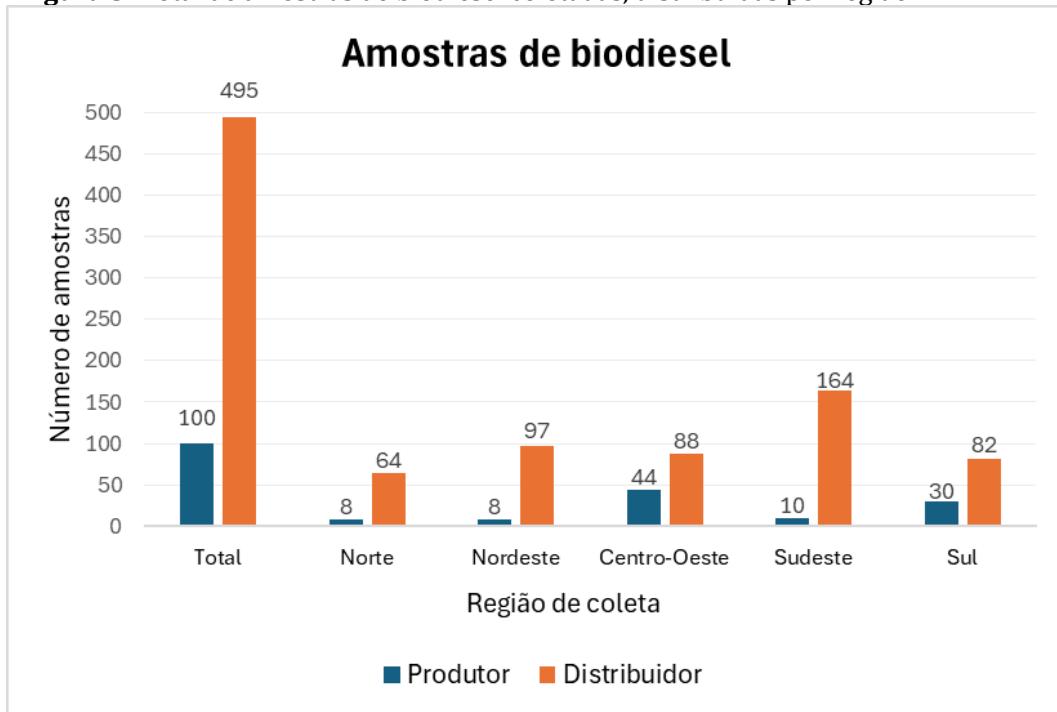
⁽¹⁾ Uma mesma amostra pode estar não conforme quanto a mais de uma característica; ⁽²⁾ Ponto de entupimento de filtro a frio.

Dentre os parâmetros avaliados para o biodiesel, a contaminação total foi o que apresentou o maior índice de não conformidades. Faz-se importante destacar que o parâmetro mede o teor de contaminantes não

filtrados, sob condições específicas, e pode estar relacionado à presença de aglomerados, particulados e formação de polímeros. A especificação prevê o limite máximo de 24 mg/kg de biodiesel.

Considerando a configuração do PMQBio de 1 coleta semestral em cada produtor de biodiesel e distribuidor de combustíveis, observa-se, naturalmente, uma variação no número de amostras coletadas em cada região do país, determinada pelo número de agentes instalados em cada uma delas. A distribuição dessas amostras, por região geográfica, consta na Figura 3.

Figura 3: Total de amostras de biodiesel coletadas, distribuídas por região.



5. DISCUSSÃO

5.1 Aspecto

O aspecto é uma análise visual aplicável ao óleo diesel A e ao biodiesel, segundo a qual se avalia se a amostra está límpida ou turva, bem como se há presença ou ausência de material particulado e/ou água em suspensão. Trata-se de uma análise subjetiva e, assim, deve ser confirmada por ensaio complementar (contaminação total ou teor de água), exceto quando o combustível é classificado como heterogêneo.

No caso do óleo diesel, 4 das 502 amostras coletadas foram reprovadas na análise de aspecto, configurando menos de 1,0% dos casos. Já para o biodiesel, 38 de 595 amostras, ou 6,4% do total, foram consideradas não conformes.

5.2 Contaminação Total

A análise de contaminação total se aplica ao biodiesel e ao óleo diesel A, e corresponde ao teor de substâncias não dissolvidas retidas em um filtro, após filtração do combustível sob condições padronizadas.

Para o óleo diesel A, 1,0% das amostras apresentaram resultado não conforme em contaminação total. Para o biodiesel, o percentual de reprovação no ensaio sobe para 13,3%, resultado coerente com o observado na análise de aspecto, já que muitos desses contaminantes podem não se dissolver no produto, podendo se manter em suspensão. A presença de materiais em suspensão nos combustíveis é um problema, visto que podem causar obstrução de filtros, mau funcionamento de bicos injetores, formação de depósitos ricos em carbono na câmara de combustão e aumento das emissões de materiais particulados.

Quando se distingue as amostras de biodiesel, de acordo com o local de coleta, se em produtor ou base de distribuição, não se observa diferença significativa quanto à ocorrência de não conformidade para o parâmetro contaminação total. Do total de amostras analisadas, 12,5% do produto coletado nas bases de distribuição apresentaram resultados acima do especificado para esse parâmetro, enquanto 17% das amostras coletadas em produtores tiveram resultados superiores aos limites para a análise de contaminação total. Tal resultado indica que o cuidado para se evitar a presença de contaminantes precisa ser intensificado, tanto pelos produtores como pelos distribuidores, a fim de que se possa garantir a comercialização de produto isento de contaminantes.

5.3 Destilação à Pressão Atmosférica

O ensaio de destilação, realizado em amostras de óleo diesel, é um método de separação de fases de misturas homogêneas por faixas de temperatura. Valores fora da especificação para as diferentes frações destiladas indicam que o uso do combustível pode acarretar problemas, tais como: instabilidade na partida a frio do motor; instabilidade na aceleração; formação de depósitos na câmara de combustão e nas velas de ignição; e aumento das emissões de materiais particulados e gases poluentes. Das 502 amostras de óleo diesel A analisadas, 2 apresentaram resultado fora de especificação para o ensaio em questão.

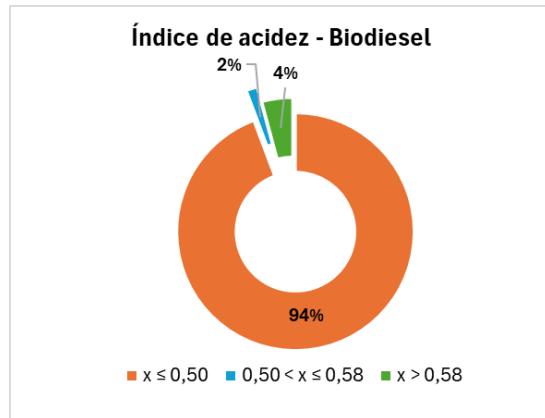
5.4 Índice de Acidez

O índice de acidez é um parâmetro indicativo do grau de conservação do óleo diesel e biodiesel, já que a decomposição do combustível, seja por oxidação ou hidrólise, tende a aumentar a concentração de ácidos graxos livres, o que aumenta o potencial corrosivo do combustível a certos componentes veiculares.

Na avaliação relativa ao índice de acidez do B100, foram identificados 25 resultados acima do limite especificado, o que representa 4,2% das amostras avaliadas. A distribuição desses resultados pode ser

observada na Figura 4. Já para o óleo diesel A, não foram encontradas não conformidades quanto a esse parâmetro.

Figura 4: Distribuição dos resultados das análises de índice de acidez das amostras de biodiesel.



5.5 Ponto de Entupimento de Filtro a Frio - PEFF

O PEFF é uma característica relacionada à filtrabilidade do combustível a baixas temperaturas. Os requisitos variam com as condições climáticas sob as quais o combustível será utilizado, motivo pelo qual se têm limites distintos a serem atendidos, nacionalmente, para cada produto, a depender da localidade e da época do ano. Tais limites, definidos nas especificações dos respectivos produtos, encontram-se sumarizados nas Tabelas A2 e A4, do Anexo.

De modo geral, foram observados resultados bastante baixos de PEFF para as amostras coletadas no âmbito do PMQBio, com apenas 1 amostra de biodiesel apresentando ponto de entupimento com 1°C acima do limite especificado. Nas Figuras 5 e 6 têm-se a frequência desses resultados para óleo diesel A e biodiesel, respectivamente.

Figura 5: Frequência de resultados de PEFF das amostras de óleo diesel A.

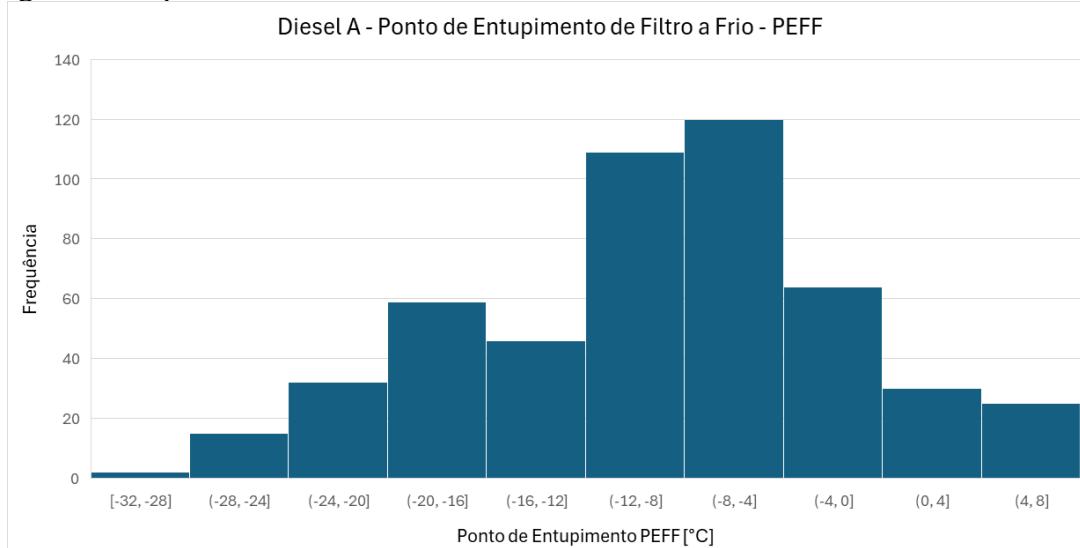
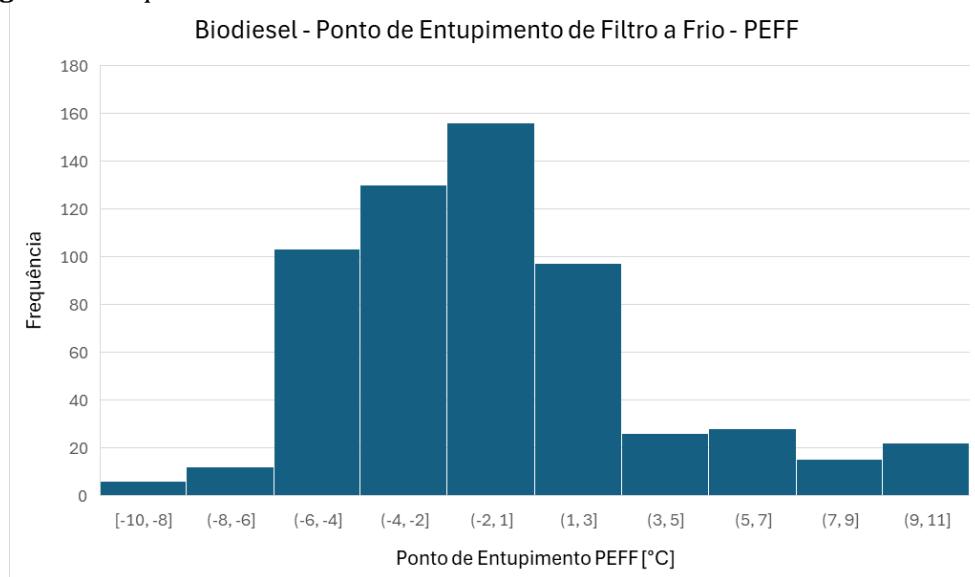
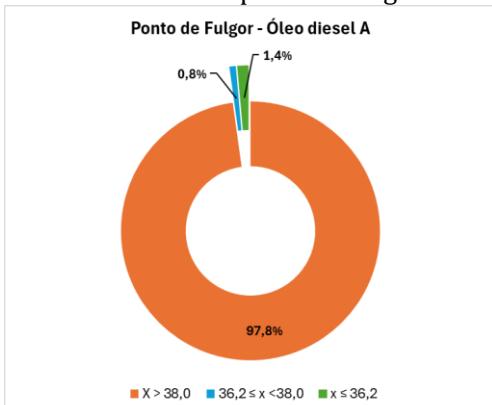


Figura 6: Frequência de resultados de PEFF das amostras de biodiesel.

5.6 Ponto de Fulgor

Em geral, retrata a ocorrência da presença de resquícios de componentes leves, tais como gasolina, ou ainda, contaminação com solventes ou combustíveis de maior volatilidade. Isso pode ocasionar uma volatilização mais rápida do combustível nas linhas e bombas de combustível, causando perda de pressão do combustível e, consequentemente, perda de potência do motor. Como resultado, ocorrem falhas de funcionamento e aumento do consumo de combustível. Adicionalmente, o ponto de fulgor é um importante indicativo de segurança ao consumidor no que se refere ao risco de incêndio no armazenamento, manuseio e transporte do combustível.

O ponto de fulgor é um parâmetro com histórico significativo de não conformidade em óleo diesel B, segundo dados do PMQC, causado principalmente por contaminações ocorridas nas etapas de transporte e armazenamento do combustível. Das 502 amostras de óleo diesel A analisadas, 7 tiveram resultados abaixo dos limites aceitáveis para a característica, limitada em 38 °C, o que representa 0,8% das amostras analisadas, como ilustrado na Figura 7.

Figura 7: Distribuição dos resultados das análises de ponto de fulgor das amostras de óleo diesel A.

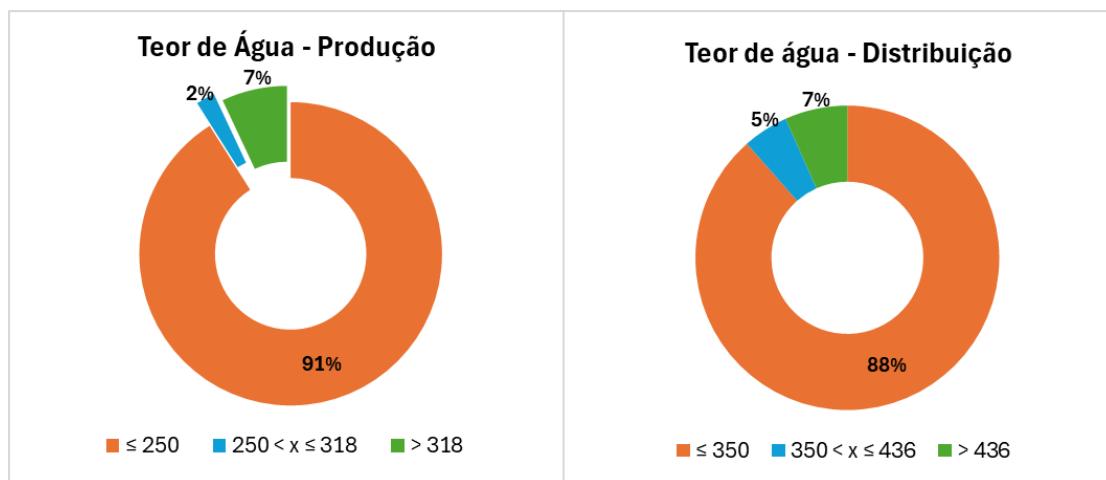
Embora o ponto de fulgor seja especificado para o biodiesel, trata-se de parâmetro considerado pouco crítico no produto, tendo em vista o histórico baixo de não conformidade e, por isso, não foi incluído no escopo do PMQBio para esse produto.

5.7 Teor de Água

A presença de água é algo que demanda atenção contínua, principalmente no caso do biodiesel, tendo em vista seu caráter higroscópico. Os efeitos adversos da contaminação com água, principalmente água livre, incluem a promoção de reações de hidrólise, com consequente aumento de acidez, maior comprometimento da estabilidade à oxidação, favorecimento de proliferação microbiana, perda de potência do motor, problemas de arranque, aumento da tendência de precipitação de glicerina, entre outros.

Por se tratar de parâmetro com limites distintos a serem atendidos por produtores e distribuidores, quais sejam 250 mg/kg e 350 mg/kg, respectivamente, os resultados relativos ao teor de água para o biodiesel foram segregados por origem. Das 100 amostras coletadas em produtores, 7 apresentaram teor de água acima do limite especificado, representando 7% do total. Já para as amostras oriundas de bases de distribuição, 33 das 495 amostras avaliadas ultrapassaram o teor de água máximo permitido, o que corresponde a 6,7 % desse total, conforme mostrado na Figura 8. No que se refere às amostras de óleo diesel A, não foram encontradas não conformidades com relação ao teor de água.

Figura 8: Distribuição dos resultados de teor de água das amostras de biodiesel coletadas na produção e na distribuição.

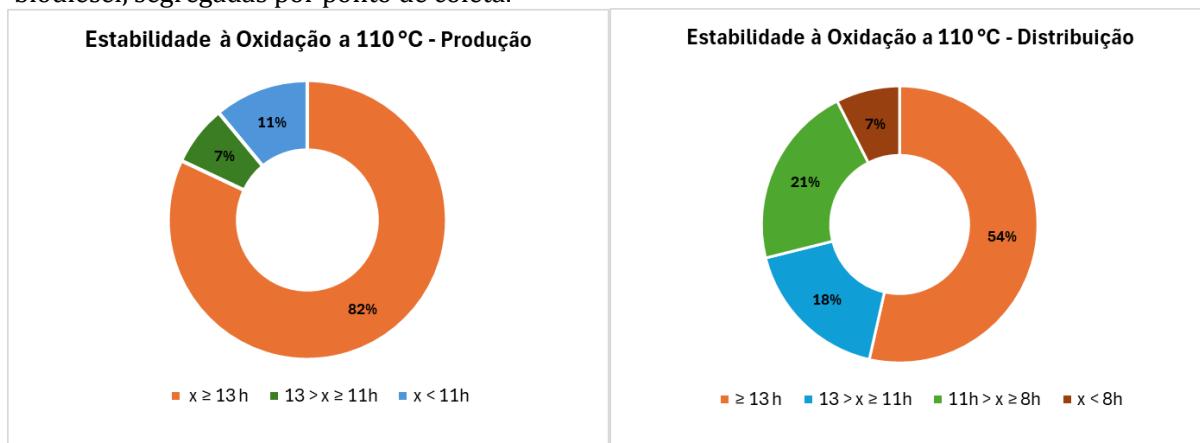


5.8 Estabilidade à Oxidação

Em razão do decaimento natural da estabilidade oxidativa a 110 °C do biodiesel, os resultados foram segregados em função da origem de coleta das amostras, quais sejam produtores de biodiesel e distribuidores de combustíveis líquidos. A estabilidade à oxidação é um parâmetro que representa a reserva oxidativa do produto e que, naturalmente, tende a diminuir com o passar do tempo, motivo pelo qual a Resolução ANP nº

920 prevê que o limite de 13 h para esse parâmetro se aplica apenas na produção, sendo tal limite dispensado de atendimento ao longo da cadeia de distribuição. A definição de valor mínimo de estabilidade, bem como a observância desse limite, tem por objetivo garantir que o biodiesel ainda se manterá apropriado para uso por um longo período. Verifica-se, no entanto, que mesmo as amostras coletadas nas bases de distribuição e que, por conseguinte, já iniciaram seu processo natural de envelhecimento a mais tempo, em sua maioria, ainda permaneciam com reserva oxidativa bem acima do limite mínimo especificado de 13h, como pode ser visto na Figura 9.

Figura 9: Distribuição dos resultados das análises de estabilidade à oxidação das amostras de biodiesel, segregadas por ponto de coleta.



De ressaltar que um biodiesel com estabilidade oxidativa abaixo do limite da especificação para o parâmetro, porém, ainda relativamente próxima a ele, quando da formulação do diesel B, não representa, necessariamente, que o produto esteja impróprio para o consumo, mas sim que houve diminuição da sua vida útil.

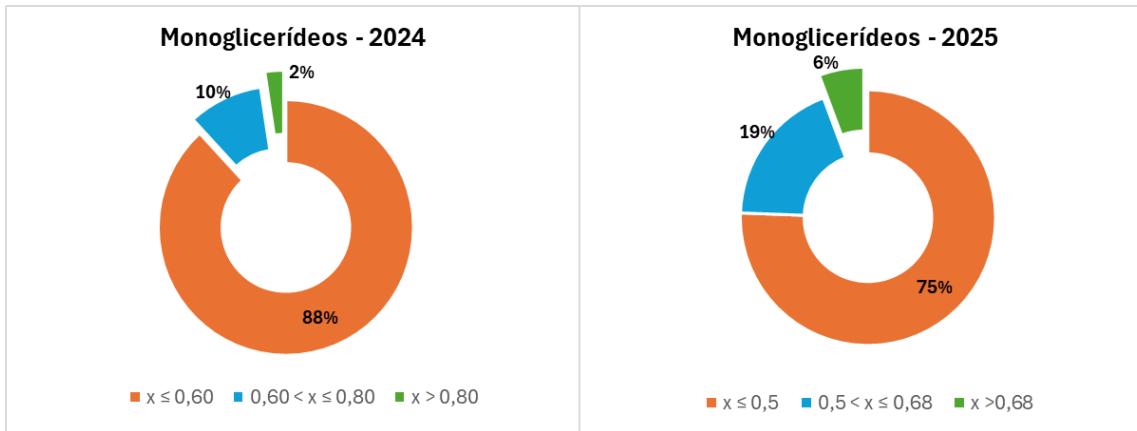
5.9 Teor de Glicerídeos

O processo de transesterificação de óleos vegetais, para produção de biodiesel, leva à formação de diferentes subprodutos, tais como mono e diglicerídeos e glicerol livre. Além disso, pequenas quantidades de óleo vegetal não reagido podem ser encontradas no biodiesel, na forma de triglicerídeos. Logo, o teor desses contaminantes no biodiesel indica o grau de completeza da reação de transesterificação, sendo uma das principais preocupações no que diz respeito à existência de possíveis contaminantes no biodiesel. Isso porque esses compostos favorecem a formação de depósitos, pela formação de precipitados que podem causar bloqueio dos filtros, bem como o aumento da viscosidade do combustível. Por serem virtualmente insolúveis em biodiesel, esses contaminantes podem ser separados quase que completamente por decantação e subsequente lavagem com água, ou ainda por destilação do biodiesel.

Dentre as 595 amostras analisadas no âmbito desse trabalho, 24 apresentaram resultados de monoglycerídeos acima do limite especificado, de 0,6 % em massa até dezembro/2024 e 0,5% a partir de

janeiro/2025, representando, no geral, 4% de não conformidade para esse parâmetro. Os percentuais, por período de coleta, são mostrados na Figura 10.

Figura 10: Distribuição dos resultados de monoglicerídeos, segregados por período de coleta.



Para di- e triglicerídeos, glicerina livre e glicerina total, os índices de não conformidade foram 3,5%, 2,5%, 1,0% e 3,0%, respectivamente.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O acompanhamento sistemático da qualidade dos combustíveis comercializados no país é de suma importância para a garantia do atendimento aos requisitos de qualidade estabelecidos para esses produtos, de modo a minimizar a ocorrência de problemas quando de sua utilização pelos consumidores.

Os resultados observados para as amostras de óleo diesel A indicam baixos índices de não conformidade para o produto, condizentes com os índices de conformidade do óleo diesel B apontados pelo PMQC, para os parâmetros avaliados no âmbito do PMQBio. No caso do biodiesel, ainda que o índice de não conformidade esteja mais elevado, por se tratar de produto presente de forma minoritária na mistura, tais não conformidades não chegam a refletir em perda de qualidade do óleo diesel B.

Cabe lembrar que, assim como observado no início do PMQC, no final dos anos 90, maiores índices de não conformidades são, por vezes, esperados no início de um programa amplo, que abrange coleta e análise de amostras em todos os agentes produtores de biodiesel e distribuidores, responsáveis pela mistura do biocombustível com o óleo diesel A.

O parâmetro contaminação total no biodiesel respondeu por, aproximadamente, 13,3 % de não conformidade, sendo esse o mais elevado índice dentre os avaliados no âmbito do PMQBio. O número de amostras com elevado teor de contaminantes é motivo de atenção, visto que a presença de contaminantes pode contribuir para a ocorrência de problemas quando da utilização do combustível.

Assim é que, sempre atenta à garantia da qualidade dos produtos regulados, a Agência vem adotando medidas para mitigar ocorrências de não conformidades, por meio da exigência de adoção de boas práticas por parte dos agentes que comercializam os produtos. Dentre essas ações, destaca-se a obrigatoriedade de filtração do biodiesel, no momento da expedição, para retenção de contaminantes, além da drenagem semanal dos tanques de armazenamento de biodiesel, e da necessidade de realização de limpeza desses tanques, sempre que necessário, conforme estabelecido na Resolução ANP nº 920, de 2023.

A Resolução ANP nº 968, de 2024, também prevê a exigência de realização de drenagem semanal dos fundos de tanques de armazenamento de óleo diesel A, B e C, tanto para produtores, quanto para distribuidores de combustíveis, de forma a assegurar a eliminação de água livre e de impurezas, além da realização de limpeza, sempre que necessário, para eliminação desses contaminantes.

A partir da realização de reuniões com a participação de representantes do setor produtivo; das Superintendências de Fiscalização e de Produção de Combustíveis da ANP; bem como do Ministério de Minas e Energia, responsável pela definição das políticas públicas, foi possível construir um plano de ação capaz de ampliar a atuação da ANP na busca pela garantia da qualidade do produto disponibilizado no território nacional. Dentre as ações discutidas, estão:

- Direcionamento das ações de fiscalização, orientadas a partir dos resultados do PMQBio;
- Avaliação das plantas de produção, a fim de verificar se as não conformidades observadas no produto têm relação com a ausência de determinadas unidades de processamento ou tratamento nas usinas;
- Incentivo à participação de todos os laboratórios que analisam o produto no Programa Interlaboratorial de Biodiesel (PIB), realizado pela ANP, de modo a avaliar seus desempenhos analíticos;
- Realização de workshops técnicos com a participação de todos os laboratórios que analisam biodiesel, com o objetivo de discutir quesitos técnicos relacionados às metodologias analíticas adotadas na certificação do produto;
- Promoção de alinhamento dos procedimentos de segurança operacional adotados pelas usinas, para repasse aos coletores no PMQBio, a fim de aprimorar cada vez mais o procedimento de coleta de amostras no âmbito do Programa.

Além das ações a serem adotadas pela ANP, os produtores de biodiesel também têm se mostrado empenhados na busca de melhorias no setor e de aprimoramento do processo produtivo, de modo a mitigar eventuais falhas operacionais que possam ser causadoras das não conformidades observadas durante esse primeiro ciclo do PMQBio. Dentre elas, se destacam:

- Realização de workshops técnicos para discutir práticas e controles internos relacionados aos desvios de qualidade identificados pelo PMQBio;
- Revisão dos procedimentos operacionais das plantas de produção, tanto os relacionados ao processo produtivo, quanto aqueles relativos ao armazenamento e transporte do produto;
- Verificação e eventual adequação das dosagens de aditivo antioxidante e do catalisador utilizado no processo;
- Avaliação dos processos de purificação, tanto da matéria-prima como do biodiesel, bem como da frequência de troca dos filtros de expedição.

Assim, considerando os avanços advindos dos novos limites de especificação estabelecidos, tanto para o biodiesel, como para os óleos diesel, associados à adoção de cultura de cuidados e boas práticas disseminadas entre os agentes econômicos que comercializam esses produtos, a ANP acredita ser possível a elevação do nível de atendimento da qualidade desses produtos, bem como a sua preservação ao longo de toda a cadeia. Além disso, espera-se que, a partir da execução das ações previstas por todos os atores envolvidos, os índices de não conformidade observados nesse primeiro ano do programa decaiam, equiparando-se aos níveis de qualidade tipicamente observados no PMQC, para os demais combustíveis comercializados nacionalmente.

Por fim, conclui-se que o presente relatório se configura em importante instrumento de observação da qualidade do biodiesel que tem sido objeto de comercialização recente, podendo ser utilizado como norteador de ações que visem à melhoria contínua da qualidade desse produto.

7. Anexo

7.1 Limites e métodos utilizados

Tabela A1 – Parâmetros, limites e métodos utilizados na avaliação das amostras de óleo diesel A, em conformidade com a Resolução ANP nº 968.

| Parâmetro | Unidade | Método | Limite de Especificação | | Limites de aceitação | |
|---|----------|------------|-------------------------|-------|----------------------|-------|
| | | | mín. | máx. | mín. | máx. |
| Aspecto ¹ | - | Visual | - | - | - | - |
| Contaminação total | mg/kg | EN 12662 | - | 24 | - | 29 |
| Destilação atmosférica – 85% vol. Recuperado ² | °C | ASTM D86 | - | 360,0 | - | 363,4 |
| Destilação atmosférica – 95% vol. Recuperado ³ | °C | ASTM D86 | - | 370,0 | - | 375,7 |
| Índice de acidez | mg KOH/g | ASTM D664 | - | 0,25 | - | 0,32 |
| Teor de água ⁴ | mg/kg | ASTM D6304 | - | 200 | - | 258 |

¹ O produto deve apresentar aspecto homogêneo, límpido e isento de material particulado (LII). ² Parâmetro aplicável ao óleo diesel A S500. ³ Parâmetro aplicável ao óleo diesel A S10. ⁴ Até 28 de outubro de 2024, o limite para teor de água no óleo diesel S500 era de 500 mg/kg.

Tabela A2 – Limites de PEFF a serem atendidos para o óleo diesel A, em conformidade com a Resolução ANP nº 968.

| Unidades da Federação | Limite máximo, °C | | | | | | | | | | | |
|------------------------|-------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | Jan | Fev | Mar | Abr | Mai | Jun | Jul | Ago | Set | Out | Nov | Dez |
| GO – DF – MT – ES – RJ | 12 | 12 | 12 | 10 | 5 | 5 | 5 | 8 | 8 | 10 | 12 | 12 |
| SP – MG – MS | 12 | 12 | 12 | 7 | 3 | 3 | 3 | 3 | 5 | 9 | 9 | 12 |
| Sul | 10 | 10 | 7 | 7 | 0 | -1 | -2 | -1 | 0 | 7 | 7 | 10 |
| Norte | 19 | 19 | 19 | 19 | 19 | 19 | 19 | 19 | 19 | 19 | 19 | 19 |
| Nordeste | 19 | 19 | 19 | 19 | 16 | 16 | 16 | 16 | 19 | 19 | 19 | 19 |

Tabela A3 – Parâmetros, limites e métodos utilizados na avaliação das amostras de biodiesel, em conformidade com a Resolução ANP nº 920.

| Parâmetro | Unidade | Método | Limite de Especificação | | Limites de aceitação | |
|---|----------|-------------------------|-------------------------|------|----------------------|------|
| | | | mín. | máx. | mín. | máx. |
| Aspecto ¹ | - | Visual | - | - | - | - |
| Contaminação total | mg/kg | EN 12662 ou NBR 15995 | - | 24 | - | 29 |
| Estabilidade à oxidação a 110 °C ² | h | EN14112 | 13 | - | 10,9 | - |
| Índice de acidez | mg KOH/g | ASTM D664 | - | 0,5 | - | 0,58 |
| Teor de água - Produtor | mg/kg | ASTM D6304 | - | 250 | - | 318 |
| Teor de água - Distribuidor | mg/kg | ASTM D6304 | - | 350 | - | 436 |
| Monoglicerídeos ³ | % massa | ASTM D6584 ou NBR 15908 | - | 0,50 | - | 0,68 |
| Diglicerídeos | % massa | ASTM D6584 ou NBR 15908 | - | 0,20 | - | 0,30 |
| Triglicerídeos | % massa | ASTM D6584 ou NBR 15908 | - | 0,20 | - | 0,40 |
| Glicerol livre | % massa | ASTM D6584 ou NBR 15908 | - | 0,02 | - | 0,04 |
| Glicerol total ⁴ | % massa | ASTM D6584 ou NBR 15908 | - | 0,20 | - | 0,25 |

¹ O produto deve apresentar aspecto homogêneo, límpido e isento de material particulado (LII). ² Parâmetro aplicável apenas no produtor. ³ Até 4 de janeiro de 2025, o limite para monoglicerídeos era de 0,60 % massa. ⁴ Até 4 de janeiro de 2025, o limite para glicerol total era de 0,23 % massa.

Tabela A4 – Limites de PEFF a serem atendidos para o biodiesel, em conformidade com a Resolução ANP nº 920.

| Unidades da Federação | Limite máximo, °C | | | | | | | | | | | |
|------------------------|-------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | Jan | Fev | Mar | Abr | Mai | Jun | Jul | Ago | Set | Out | Nov | Dez |
| Norte | 19 | 19 | 19 | 19 | 19 | 19 | 19 | 19 | 19 | 19 | 19 | 19 |
| Nordeste | 19 | 19 | 19 | 19 | 16 | 16 | 16 | 16 | 19 | 19 | 19 | 19 |
| GO – DF – MT – ES – RJ | 16 | 16 | 16 | 14 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 14 | 14 | 16 |
| SP – MG – MS | 14 | 14 | 14 | 12 | 6 | 5 | 5 | 5 | 6 | 12 | 14 | 14 |
| Sul | 14 | 14 | 12 | 10 | 5 | 3 | 0 | 3 | 5 | 10 | 12 | 14 |

