



Ministério de Minas e Energia

Consultoria Jurídica

PORTARIA NORMATIVA MME Nº 133, DE 19 DE MAIO DE 2026

Aprova o Plano de Testes de Avaliação da Viabilidade Técnica do uso de óleo diesel com teores de biodiesel superiores a 15% (quinze por cento) e até 25% (vinte e cinco por cento), elaborado no âmbito do Comitê Técnico Permanente do Combustível do Futuro - CTP-CF, em conformidade com a Lei do Combustível do Futuro.

O MINISTRO DE ESTADO DE MINAS E ENERGIA, no uso das atribuições que lhe confere o art. 87 da Constituição Federal, tendo em vista o disposto na Lei nº 9.478, de 6 de agosto de 1997, na Lei nº 13.033, de 24 de setembro de 2014, na Lei nº 14.993, de 8 de outubro de 2024, e na Resolução CNPE nº 12, de 10 de dezembro de 2024, que instituiu o Comitê Técnico Permanente do Combustível do Futuro - CTP-CF, e o que consta do Processo nº 48380.000223/2025-32, resolve:

CAPÍTULO I DISPOSIÇÕES GERAIS

Art. 1º Fica aprovado o Plano de Testes de Avaliação da Viabilidade Técnica do uso de óleo diesel com teores de biodiesel superiores a 15% (quinze por cento) e até 25% (vinte e cinco por cento), constante do Anexo desta Portaria Normativa, em conformidade com a Lei nº 14.993, de 8 de outubro de 2024 (Lei do Combustível do Futuro).

§ 1º O Plano de Testes de que trata o *caput* referido no *caput* foi elaborado no âmbito do Subcomitê de Avaliação da Viabilidade Técnica de Misturas de Altos Teores de Biocombustíveis em Combustíveis Fósseis - Eixo Temático Biodiesel do Comitê Técnico Permanente do Combustível do Futuro - CTP-CF.

§ 2º O Plano de Testes constitui o instrumento técnico-operacional aplicável à coordenação, à execução e ao monitoramento da avaliação da viabilidade técnica do uso de misturas de biodiesel superiores a 15% (quinze por cento) e até 25% (vinte e cinco por cento).

§ 3º Ajustes técnicos e operacionais no Plano de Testes poderão ser realizados, desde que previamente discutidos no âmbito do Subcomitê e que não comprometam as premissas de representatividade, comparabilidade, rastreabilidade e robustez técnica dos ensaios previstos.

§ 4º A aprovação do Plano de Testes por esta Portaria Normativa não importa a presunção de viabilidade técnica das misturas superiores a B15, nem produz efeitos sobre o cronograma de adição obrigatória de biodiesel ao óleo diesel fixado na legislação vigente.

Art. 2º A avaliação da viabilidade técnica de que trata esta Portaria Normativa tem por objetivo gerar evidências técnicas acerca do desempenho, da segurança operacional e da adequação do uso de misturas de biodiesel com teores superiores a 15% e até 25%, com vistas a subsidiar:

I - a eventual ampliação do teor obrigatório de biodiesel, nos termos da legislação vigente; e

II - a atuação regulatória da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis - ANP, especialmente quanto ao aprimoramento das especificações, dos requisitos técnicos e das condições operacionais aplicáveis ao biodiesel e às suas misturas com óleo diesel em teores superiores a 15% e até 25%.

CAPÍTULO II DA GOVERNANÇA

Art. 3º A coordenação do Subcomitê de Avaliação da Viabilidade Técnica de Misturas de Altos Teores de Biocombustíveis em Combustíveis Fósseis - Eixo Temático Biodiesel do Comitê Técnico Permanente do Combustível do Futuro - CTP-CF, bem como da execução do Plano de Testes aprovado por esta Portaria Normativa, caberá ao Ministério de Minas e Energia - MME.

Art. 4º O Subcomitê, responsável pela elaboração do Plano de Testes de Avaliação da Viabilidade Técnica, é composto por representantes dos seguintes órgãos e entidades da administração pública federal:

- I - Ministério de Minas e Energia - MME;
- II - Casa Civil da Presidência da República - CC;
- III - Ministério da Agricultura e Pecuária - MAPA;
- IV - Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação - MCTI;
- V - Ministério da Fazenda - MF;
- VI - Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima - MMA;
- VII - Ministério do Desenvolvimento Agrário e Agricultura Familiar - MDA;
- VIII - Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços - MDIC;
- IX - Ministério dos Transportes - MT;
- X - Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis - ANP;
- XI - Empresa de Pesquisa Energética - EPE;
- XII - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA; e
- XIII - Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia - INMETRO.

Art. 5º Participam do Subcomitê, bem como da elaboração do Plano de Testes de Avaliação da Viabilidade Técnica, na condição de colaboradores técnicos, representantes:

- I - de instituições de pesquisa e laboratórios;
- II - do setor produtivo de combustíveis fósseis e biocombustíveis;
- III - da indústria automotiva e de autopeças;
- IV - de agentes da cadeia de distribuição e revenda de combustíveis;
- V - de entidades representativas de consumidores; e
- VI - de demais instituições e agentes interessados ou com atuação relacionada ao objeto desta Portaria Normativa.

CAPÍTULO III DA ESTRUTURA E EXECUÇÃO DOS ENSAIOS

Art. 6º A avaliação da viabilidade técnica prevista no Plano de Testes aprovado por esta Portaria Normativa será realizada em duas fases:

- I - Fase 1: avaliação da viabilidade técnica de misturas com teores superiores a B15 e até B20;
- II - Fase 2: avaliação da viabilidade técnica de misturas com teores superiores a B20 e até B25.

§ 1º A Fase 1 deverá ser conduzida com prioridade considerando sua relevância para o cronograma de elevação do teor de biodiesel estabelecido na legislação vigente, observadas as limitações de infraestrutura laboratorial e operacional.

§ 2º A Fase 2 poderá ser executada em momento posterior, considerando limitações de infraestrutura laboratorial e operacional, bem como o caráter prospectivo da avaliação.

Art. 7º A avaliação da viabilidade técnica contemplará ensaios mecânicos e físico-químicos destinados à análise do desempenho, da segurança, da confiabilidade operacional e da adequação do uso de misturas de biodiesel superiores a 15% (quinze por cento) e até 25% (vinte e cinco por cento).

§ 1º Os ensaios mecânicos serão realizados em veículos, motores, máquinas e equipamentos representativos da frota e dos equipamentos em uso no País, contemplando diferentes tecnologias, aplicações e condições operacionais.

§ 2º Os ensaios físico-químicos contemplarão a avaliação da qualidade, estabilidade, degradação, armazenamento e comportamento das misturas de biodiesel e óleo diesel, incluindo a investigação da formação de eventuais borras e depósitos.

§ 3º As tecnologias, aplicações, segmentos veiculares, tipos de equipamentos e conjuntos de ensaios previstos para atendimento das diretrizes estabelecidas nos §§ 1º e 2º constam do Plano de Testes de Avaliação da Viabilidade Técnica.

Art. 8º Os combustíveis utilizados nos ensaios previstos no Plano de Testes serão representativos dos produtos efetivamente disponibilizados ao mercado nacional, consideradas as condições reais da cadeia logística de transporte, manuseio, armazenamento e distribuição.

§ 1º Os combustíveis destinados aos ensaios serão coletados em bases de distribuição.

§ 2º Os ensaios físico-químicos utilizarão amostras representativas de diferentes perfis de matéria-prima do biodiesel, inclusive perfis predominantemente saturados e predominantemente insaturados.

§ 3º Os critérios metodológicos aplicáveis à seleção, caracterização e utilização dos combustíveis de teste constam do Plano de Testes de Avaliação da Viabilidade Técnica.

Art. 9º Os ensaios previstos no Plano de Testes observarão diretrizes metodológicas, operacionais e de representatividade técnica destinadas a assegurar a confiabilidade, rastreabilidade, comparabilidade, repetibilidade e robustez técnica dos resultados obtidos.

Parágrafo único. As diretrizes metodológicas e operacionais aplicáveis aos ensaios constam do Plano de Testes anexo aprovado por esta Portaria Normativa.

CAPÍTULO IV DAS MISTURAS DE REFERÊNCIA E DOS CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO

Art. 10. O Plano de Testes aprovado por esta Portaria Normativa adotará:

- I - o B15 como mistura de referência para os ensaios de avaliação da viabilidade técnica; e
- II - misturas comerciais B7, B15, B20 e B25 para os ensaios de emissões.

§1º Os ensaios de emissões serão conduzidos exclusivamente com combustíveis comerciais.

§2º Os critérios técnicos e metodológicos aplicáveis à definição das misturas de referência constam do Plano de Testes de Avaliação da Viabilidade Técnica.

Art. 11. O Plano de Testes adotará critérios padronizados para identificação, registro, classificação e avaliação das ocorrências observadas nos ensaios mecânicos e físico-químicos.

§ 1º Será considerada ocorrência técnica toda falha, anomalia, alteração de desempenho ou desconformidade observada nas misturas avaliadas, conforme os critérios estabelecidos no Plano de Testes.

§ 2º Todas as ocorrências identificadas durante os ensaios serão registradas e comunicadas ao Subcomitê para avaliação de sua relevância técnica e de seu impacto potencial sobre a viabilidade técnica das misturas avaliadas.

§ 3º Os critérios técnicos e metodológicos aplicáveis à classificação das ocorrências constam do Plano de Testes de Avaliação da Viabilidade Técnica.

CAPÍTULO V DO CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO

Art. 12. A execução dos ensaios previstos no Plano de Testes observará a disponibilidade de infraestrutura laboratorial, veículos, motores, máquinas, componentes, combustíveis e demais recursos técnicos necessários à realização dos testes.

§ 1º O cronograma de execução dos ensaios consta do Plano de Testes anexo aprovado por esta Portaria Normativa.

§ 2º Após finalizada a etapa de viabilização da infraestrutura laboratorial, veículos, motores, máquinas, componentes, combustíveis e demais recursos técnicos necessários à realização dos ensaios, o Ministério de Minas e Energia publicará, até 30 de novembro de 2026, versão atualizada do cronograma de execução do Plano de Testes em seu sítio eletrônico oficial, incluindo as datas previstas para conclusão das atividades conduzidas no âmbito do Subcomitê.

CAPÍTULO VI DISPOSIÇÕES FINAIS

Art. 13. A conclusão dos trabalhos do Subcomitê de Avaliação da Viabilidade Técnica de Misturas de Altos Teores de Biocombustíveis em Combustíveis Fósseis - Eixo Temático Biodiesel fica condicionada à aprovação do respectivo Relatório Final de Viabilidade Técnica, observado o cronograma atualizado nos termos do art. 12, § 2º.

Art. 14. Esta Portaria Normativa entra em vigor na data de sua publicação.

ALEXANDRE SILVEIRA

Este texto não substitui o publicado no DOU de 19.5.2026 (Edição Extra) - Seção 1.

ANEXO

PLANO DE TESTES DE AVALIAÇÃO DA VIABILIDADE TÉCNICA DO USO DE ÓLEO DIESEL COM TEORES DE BIODIESEL SUPERIORES A 15% (QUINZE POR CENTO) E ATÉ 25% (VINTE E CINCO POR CENTO)

REPRESENTANTES

Instituições representantes do Subcomitê no âmbito do Comitê Técnico Permanente do Combustível do Futuro (CTP-CF):

Ministério de Minas e Energia - MME

Casa Civil da Presidência da República - CC

Ministério da Agricultura e Pecuária - MAPA

Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação - MCTI

Ministério da Fazenda - MF

Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima - MMA

Ministério do Desenvolvimento Agrário e Agricultura Familiar - MDA

Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços - MDIC

Ministério dos Transportes - MT

Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis - ANP

Empresa de Pesquisa Energética - EPE

Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA

Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia - INMETRO

COLABORADORES

Laboratórios do Programa Política com Ciência:

Instituto Mauá de Tecnologia - IMT

Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo - IPT

Instituto Nacional de Tecnologia - INT

Laboratório de Motores e Emissões Veiculares - LACTEC

Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG

Universidade Federal de Goiás - UFG

Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ

Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN

Outras Instituições de Pesquisa e Laboratórios:

Companhia Ambiental do Estado de São Paulo - CETESB

Universidade Federal de Pernambuco - UFPE

Universidade de Brasília - UnB

Representantes dos Produtores de Biodiesel:

Frente Parlamentar do Biodiesel - FPBIO

União Brasileira do Biodiesel e Bioquerosene - UBRABIO

Associação Brasileira das Indústrias de Óleos Vegetais - ABIOVE

Associação dos Produtores de Biocombustíveis do Brasil - APROBIO

Refinadores de Petróleo:

Petróleo Brasileiro S.A. - Petrobras

Refina Brasil - Associação das Refinarias do Brasil

Distribuidores de Combustíveis:

Instituto Brasileiro de Petróleo e Gás - IBP

Associação das Distribuidoras de Combustíveis - BRASILCOM

Sindicato Nacional das Empresas Distribuidoras de Combustíveis e de Lubrificantes -

SINDICOM

Revendedores de Combustíveis:

Federação Nacional do Comércio de Combustíveis e de Lubrificantes - FECOMBUSTÍVEIS

Sindicato Nacional do Comércio Transportador Revendedor Retalhista de Combustíveis -

SINDTRR

Fabricantes de Motores e Autopeças:

Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores - ANFAVEA

Associação Brasileira de Engenharia Automotiva - AEA

Scania Latin America Ltda. - SCANIA

Tupy Tecnologia Ltda. - TUPY TECH

Associação Brasileira da Indústria de Máquinas e Equipamentos - ABIMAQ

Associação Nacional dos Fabricantes de Autopeças - ABIPEÇAS

Sindicato Nacional da Indústria de Componentes para Veículos Automotores -SINDIPEÇAS

Ford Motor Company Brasil Ltda.

CNH Industrial Brasil Ltda.

Consumidores de Diesel B:

Confederação Nacional do Transporte - CNT

Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil - CNA

Federação das Empresas de Mobilidade do Estado do Rio de Janeiro - SEMOVE

Outras Instituições e representantes:

Actioil do Brasil

Mobilidade de Baixo Carbono - MBC Brasil

INFORMAÇÕES EXECUTIVAS

OBJETIVO:

O presente Plano de Testes estabelece o conjunto de parâmetros, procedimentos, condições de ensaio e diretrizes técnicas necessários à coordenação, execução e monitoramento da avaliação da viabilidade técnica do uso de diesel com teores de biodiesel acima de 15% (quinze por cento) e até 25% (vinte e cinco por cento), em conformidade com o § 2º do art. 1º da Lei nº 13.033/2014, com redação dada pela Lei nº 14.993/2024 (Lei do Combustível do Futuro).

O Plano busca, ainda, assegurar a realização de estudos e ensaios que gerem resultados estratégicos, não apenas para subsidiar a avaliação da viabilidade técnica das misturas até B25, conforme previsto na referida Lei, mas também auxiliar a atuação regulatória da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis - ANP, especialmente no que se refere à revisão e aprimoramento das especificações dos combustíveis, à avaliação dos efeitos de envelhecimento e estabilidade das misturas e à definição de requisitos técnicos e operacionais necessários à sua comercialização segura e eficiente.

Ressalta-se que o presente Plano de Testes é exclusivamente voltado à avaliação da viabilidade técnica. Aspectos relacionados à viabilidade econômica e social não integram o escopo do presente trabalho. Eventual decisão quanto à ampliação do percentual obrigatório de biodiesel acima de 15%, após eventual constatação de viabilidade técnica, estará condicionada à realização de Análise de Impacto Regulatório (AIR) específica, nos termos da governança regulatória vigente.

FASES DO PLANO DE TESTE:

O plano foi estruturado em duas fases independentes e complementares, Fase 1 e Fase 2.

A Fase 1 compreende os testes de viabilidade técnica de misturas com teores acima de 15% e até 20% de biodiesel, contemplando a análise das misturas B7 (para curva de emissões), B15 (referência para os demais ensaios) e B20. Essa fase foi priorizada por estar diretamente alinhada ao cronograma de elevação gradual do teor de biodiesel previsto na Lei do Combustível do Futuro, que estabelece o aumento

escalonado do percentual obrigatório de adição de biodiesel ao diesel, condicionado à constatação da viabilidade técnica, partindo de B15 em 2025, B16 em 2026 e alcançando B20 em 2030

A Fase 2, por sua vez, abrange os testes de avaliação da viabilidade técnica de misturas com teores acima de 20% (vinte por cento) e até 25% (vinte e cinco por cento) de biodiesel, contemplando a análise das misturas B7 (para curva de emissões), B15 (referência para os demais ensaios) e B25. Essa fase foi planejada para execução dos ensaios em momento posterior à execução dos ensaios da Fase 1, uma vez que há limitação de infraestrutura laboratorial para execução de todos os testes de forma concomitante e ainda considerando que a legislação vigente não fixou prazo específico para a adoção do B25, permitindo que sua avaliação ocorra sem caráter imediato, de forma prospectiva.

MISTURA DE REFERÊNCIA:

O B15 é mantido como referência^[1] (exceto para o ensaio de emissões) em todas as duas fases do plano de testes por constituir o maior teor de mistura já testado e aprovado^[2] oficialmente no País, atualmente vigente, garantindo uma base de comparação segura e tecnicamente validada para todas as análises subsequentes.

Exclusivamente para os ensaios de emissões, registra-se que os combustíveis de referência utilizados nos ensaios de homologação possuem especificações próprias, distintas das especificações dos combustíveis comerciais vigentes no País, sendo atualmente importados e não representativos do produto efetivamente disponibilizado no mercado nacional. Assim, a simples mistura de diesel comercial com biodiesel comercial não resultaria em um combustível equivalente ao B7 de referência utilizados nos processos de homologação. Diante desse contexto, e considerando que o foco do Plano de Testes é a avaliação de combustíveis comerciais, não é metodologicamente adequado utilizar um B7 de referência importado, não representativo do mercado nacional, para comparação com misturas B15, B20 e B25 comerciais, uma vez que isso comprometeria a coerência e a comparabilidade da análise pretendida.

Assim, para fins do presente Plano de Testes, os ensaios de emissões serão conduzidos com B7, B15, B20 e B25 comerciais, de modo a permitir uma avaliação comparativa harmonizada do efeito do aumento do teor de biodiesel sobre as emissões, aplicável a todas as classes de veículos e motores ensaiados, sem a referência de homologação, que não integra o escopo metodológico deste trabalho.

ENSAIOS PREVISTOS:

Apresentam-se nas Tabelas 1 e 2 uma síntese dos ensaios mecânicos e físico-químicos previstos no presente Plano de Testes.

Tabela 1. Ensaios Mecânicos previstos durante a Fase 1 e Fase 2 do plano de testes.

| Ensaio Mecânico | | |
|-------------------|---|---|
| Tipo | Nº de Motores | Ensaio |
| Rodoviário Pesado | 5 Pesados com diferentes tecnologias (Proconve P2 a P8) | <ul style="list-style-type: none"> ◦ Consumo ◦ Compatibilidade química de materiais (elastômeros, mangueiras, plásticos e metais dos diversos componentes em contato com o diesel B) ◦ Partida a frio ◦ Emissões (para veículos P5 e superiores) ◦ Desempenho em bancada ◦ Dirigibilidade ◦ Análise de OBD (On-Board Diagnostics) ◦ Durabilidade de componentes ◦ Durabilidade de emissões (apenas para veículos P8 na Fase 2) |

| | | |
|--|---|--|
| | | <ul style="list-style-type: none"> ◦ Contaminação e degradação do óleo lubrificante <p>Obs.: Inclui coleta e envio para análise laboratorial de caracterização de eventuais borras/resíduos encontrados.</p> |
| Rodoviário Leve | 5 Leves com diferentes tecnologias (Proconve L2 a L8) | <ul style="list-style-type: none"> ◦ Consumo ◦ Compatibilidade química de materiais (elastômeros, mangueiras, plásticos e metais dos diversos componentes em contato com o diesel B) ◦ Partida a frio ◦ Emissões ◦ Desempenho em bancada ◦ Dirigibilidade ◦ Análise de OBD (On-Board Diagnostics) ◦ Durabilidade de componentes ◦ Durabilidade de emissões (apenas para veículos L8 na Fase 2) ◦ Contaminação e degradação do óleo lubrificante <p>Obs.: Inclui coleta e envio para análise laboratorial de caracterização de eventuais borras/resíduos encontrados.</p> |
| Máquinas Agrícolas e Rodoviárias - MAR | 4 máquinas com diferentes tecnologias (Proconve Pré e MAR-I) | <ul style="list-style-type: none"> ◦ Consumo ◦ Compatibilidade química de materiais (elastômeros, mangueiras, plásticos e metais dos diversos componentes em contato com o diesel B) ◦ Partida a frio ◦ Emissões ◦ Desempenho em bancada ◦ Durabilidade de componentes ◦ Contaminação e degradação do óleo lubrificante <p>Obs.: Inclui coleta e envio para análise laboratorial de caracterização de eventuais borras/resíduos encontrados.</p> |
| Motor Estacionário | 1 motor estacionário empregado em geração de energia elétrica | <ul style="list-style-type: none"> ◦ Consumo ◦ Compatibilidade química de materiais (elastômeros, mangueiras, plásticos e metais dos diversos componentes em contato com o diesel B) ◦ Partida a frio ◦ Emissões ◦ Desempenho em bancada ◦ Durabilidade de componentes ◦ Contaminação e degradação do óleo lubrificante <p>Obs.: Inclui coleta e envio para análise laboratorial de caracterização de eventuais borras/resíduos encontrados.</p> |

Tabela 2. Ensaio Físico-Químicos previstos durante a Fase 1 e Fase 2 do plano de testes.

| Ensaio Físico-Químicos - Biodiesel, Diesel e suas Misturas | | |
|---|--|---|
| Tipo | Procedimento | Ensaio |
| Análise de contaminantes e de degradação dos combustíveis | Em cada fase de testes, Fase 1 e Fase 2, realizar o monitoramento da evolução dos parâmetros de qualidade referentes às: <ul style="list-style-type: none"> ◦ Misturas biodiesel/diesel formuladas por região, a partir da combinação direta do biodiesel e do óleo diesel A S10 de cada região correspondente. As análises deverão ocorrer pelo menos duas vezes por mês durante três meses de estocagem das amostras em condições simuladas de uso real pela ASTM D4625. | Ensaio Mínimo (realizados em triplicata para as 2 misturas de cada fase de testes): <ul style="list-style-type: none"> ◦ Estabilidade oxidativa; ◦ Contaminação Total; ◦ Teor de água; ◦ Acidez; ◦ Massa específica; ◦ Cold Filter Plugging Point (Ponto de Entupimento de Filtro a Frio) - CFPP; ◦ Ponto de Névoa; ◦ Tendência de Bloqueio a Filtro - FBT; ◦ IFT - Tensão Interfacial (apenas no início - tempo zero); Obs.: Inclui coleta e envio para análise laboratorial de caracterização de eventuais borras/resíduos encontrados. |
| Avaliação das propriedades críticas de uso para eficiência da combustão | Em cada fase de testes, Fase 1 e Fase 2, realizar o monitoramento da evolução dos parâmetros de qualidade referentes às: <ul style="list-style-type: none"> ◦ Misturas biodiesel/diesel formuladas por região, a partir da combinação direta do biodiesel e do óleo diesel A S10 de cada região correspondente. As análises deverão ocorrer pelo menos uma vez por mês durante três meses de estocagem das amostras em condições simuladas de uso real pela ASTM D4625. | <ul style="list-style-type: none"> ◦ Viscosidade cinemática a 40 °C; ◦ Cloud Point (Ponto de Névoa); ◦ Pour Point (Ponto de Fluidéz); e ◦ Destilação. Obs.: Inclui coleta e envio para análise laboratorial de caracterização de eventuais borras/resíduos encontrados. |
| Análise de borras e resíduos (se houver) | Em cada fase de testes (Fase 1 e Fase 2), conduzir a caracterização detalhada de quaisquer borras ou depósitos identificados pelos laboratórios responsáveis pela execução dos ensaios mecânicos e físico-químicos. | Análises físico-químicas para caracterização das borras/depósitos, distinguindo-se entre: <ul style="list-style-type: none"> ◦ Borra microbiana (biofilme); ◦ Borra química (glicerídeos, esterilglicosídeos, ésteres de cadeia longa saturada e outros contaminantes residuais do biodiesel); ◦ Borra re-solubilizada (depósitos antigos do diesel fóssil solubilizados pelo efeito |

| | | |
|--|--|---|
| | | detergente-dispersante do biodiesel); ◦ Borra oxidativa de biodiesel ou de diesel (resultante de processos de auto-oxidação, cuja natureza varia conforme o combustível: a. no biodiesel, forma-se pela oxidação de ésteres, originando ácidos carboxílicos, polímeros orgânicos e compostos de elevada acidez; b. no diesel fóssil, pela oxidação de hidrocarbonetos insaturados e aromáticos, gerando depósitos carbonosos e materiais resinosos do tipo verniz. |
|--|--|---|

PROCEDIMENTOS GERAIS:

Garantir que todos os combustíveis (biodiesel, diesel A e misturas) utilizados nos ensaios de avaliação do combustível (ensaios físico-químicos) sejam coletados de bases de distribuição.

No caso do ensaio físico-químicos, garantir que as amostras sejam oriundas de duas diferentes regiões (perfis distintos de matéria-prima) do Brasil.

Os combustíveis a serem ensaiados devem ser analisados e certificados conforme as especificações da ANP:

Biodiesel: atender integralmente à Resolução ANP nº 920/2023, com emissão do certificado da qualidade antes da mistura, acrescido do ensaio de esterilglicosídeos.

Diesel A: atender integralmente à Resolução ANP nº 968/2024, com emissão do certificado da qualidade antes da mistura.

Misturas B7, B15, B20 e B25: devem ser formuladas em bases de distribuição (preferencialmente) ou pelas entidades executoras dos testes.

- As misturas de biodiesel com diesel A, destinadas à formulação das misturas, deverão ser realizadas em até 30 (trinta) dias após a emissão dos certificados da qualidade do biodiesel e do diesel A. Ultrapassado esse prazo, deverá ser efetuada nova análise de qualidade antes da mistura.

- Após a formulação, coletar amostra representativa, analisá-la incluindo o ensaio de estabilidade oxidativa pela norma EN15751, e emitir certificado da qualidade utilizando como referência os ensaios previstos para o diesel B pela Resolução ANP nº 968/2024.

- As misturas B20 e B25 devem atender a especificação prevista para o diesel B pela Resolução ANP nº 968/2024 com exceção dos parâmetros “massa específica”, “viscosidade cinemática” e “destilação”, que deverão ser “anotados”, considerando que esses parâmetros variam em função do teor de biodiesel e poderão subsidiar eventuais ajustes futuros na especificação prevista pela ANP. Caso na certificação do óleo diesel B alguma característica fique fora da especificação (RANP nº 968/2024), assim como para as características: viscosidade, massa específica e destilação, registrar a não conformidade (característica e valor obtido fora de especificação) e informar ao Subcomitê, em especial ao MME e ANP, para avaliação da continuidade dos ensaios.

- Os ensaios deverão ser iniciados em até 30 (trinta) dias após a emissão do certificado da qualidade das misturas de diesel B. Ultrapassado esse prazo, deverá ser realizada nova análise de qualidade antes do início dos testes.

Executar todos os ensaios em conformidade com normas internacionalmente reconhecidas. No caso específico da investigação de formação de borras, as normas do Anexo Físico-Químico (análise investigativa de depósitos) deverão ser adotadas como referência orientadora.

Proceder a avaliação prévia dos veículos/motores selecionados de modo a garantir que somente aqueles em condições de manutenção adequada, com a constatação da integridade e originalidade dos sistemas auxiliares e de pós-tratamento, quando houver, sejam testados.

Garantir a utilização de ARLA 32 em conformidade com as especificações de qualidade vigentes, considerando as determinações da Resolução CONAMA nº 403, de 11 de novembro de 2008, em especial o disposto no art. 11, § 3º, bem como da Instrução Normativa nº 23, de 11 de julho de 2009, que dispõem sobre a especificação do Agente Redutor Líquido de NOx Automotivo para aplicação nos veículos com motorização do ciclo Diesel.

Por questões de confidencialidade, não deverão ser divulgados em relatório ou documentos públicos, produzidos no âmbito deste trabalho, marcas e modelos de veículos/motores escolhidos para os testes.

Simular diferentes cenários de carga e regimes de operação em todos os segmentos de aplicação, conforme normas de testes da engenharia automotiva.

Empregar equipamentos de medição certificados e calibrados.

Realizar todos os testes em triplicata, sob as mesmas condições, assegurando repetibilidade e reprodutibilidade, exceto os ensaios de durabilidade de componentes, durabilidade de emissões e aqueles para os quais a norma técnica aplicável preveja dispensa.

Registrar as condições externas (meteorológicas) no momento de execução dos ensaios.

Conduzir análise de incertezas, considerando a precisão dos instrumentos de medição e variáveis não controladas.

CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO DOS RESULTADOS E CLASSIFICAÇÃO DE OCORRÊNCIAS:

Em ambas as fases do Plano — Fase 1 (análise do B15/B20) e Fase 2 (análise do B15/B25) — será adotado o mesmo critério de avaliação técnica para identificação e classificação das ocorrências observadas nos ensaios mecânicos e físico-químicos.

Será considerada ocorrência técnica toda situação em que a mistura com teor superior de biodiesel (B20 ou B25) apresente, durante o ensaio, falha ou anomalia, não observada na mistura B15.

Por outro lado, não será considerada ocorrência relacionada ao teor de mistura quando a falha também ocorrer no B15, hipótese em que o evento será classificado como não atribuível ao teor de mistura, podendo estar relacionado a fatores inerentes ao estado do motor (desgaste de peças, km rodada etc.) ou às condições operacionais do ensaio.

Todas as eventuais ocorrências técnicas identificadas pelos laboratórios executores, inclusive no B15, deverão ser comunicadas ao Subcomitê para análise, com o objetivo de determinar sua relevância técnica e o impacto potencial sobre a viabilidade técnica das misturas.

CRONOGRAMA PROPOSTO:

O Plano será executado em duas fases sequenciais e complementares:

- Fase 1 (análises do B15/B20)
- Fase 2 (análises do B15/B25)

A conclusão de cada fase está condicionada à disponibilização de bancos de provas e motores para a execução dos ensaios de durabilidade de motores e de durabilidade de emissões.

1. INTRODUÇÃO

O Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel (PNPB), vigente no Brasil há mais de 20 anos, constitui um dos principais instrumentos da Política Nacional de Biocombustíveis, contribuindo para a consecução de seus objetivos relacionados à segurança energética, à redução das emissões de poluentes e de gases de efeito estufa, e à atração de investimentos, com consequente geração de emprego e renda — fatores que, em conjunto, refletem a preservação do interesse nacional.

Por essas razões, o PNPB reveste-se de elevada relevância tanto para o setor energético quanto para o setor de transportes, tendo sido conduzido, desde sua criação em 2004, com o rigor técnico necessário para subsidiar o Poder Executivo nas decisões que assegurem o interesse público.

No âmbito dos programas de testes e ensaios em motores e veículos, instituídos pela Portaria MME nº 262/2016 e pela Portaria MME nº 80/2017, em conformidade com as diretrizes da Lei nº 13.263/2016, foi testado e aprovado o uso de biodiesel em motores até o percentual de 15% (B15). Assim, qualquer elevação do teor obrigatório de mistura de biodiesel ao diesel acima desse limite deve ser precedida de avaliação de viabilidade técnica, de modo a garantir segurança e desempenho adequados.

A Lei do Combustível do Futuro reforçou essa exigência ao incluir o §2º no art. 1º da Lei nº 13.033/2014, estabelecendo que:

“Poderá ser fixado percentual obrigatório de adição de biodiesel superior a 15% (quinze por cento), desde que constatada sua viabilidade técnica.”

Dessa forma, para que o PNPB continue impulsionando o desenvolvimento sustentável do Brasil e a transição energética, com a consequente redução da intensidade de carbono dos combustíveis utilizados em veículos pesados, torna-se necessário avaliar a viabilidade técnica de misturas de biodiesel de até B25, em conformidade com o disposto na Lei do Combustível do Futuro, que alterou a Lei nº 13.033/2014 para estabelecer que:

“§ 1º O Conselho Nacional de Política Energética (CNPE) avaliará a viabilidade das metas de que trata o caput deste artigo e fixará o percentual obrigatório de adição de biodiesel, em volume, ao óleo diesel comercializado em todo o território nacional, entre os limites de 13% (treze por cento) e 25% (vinte e cinco por cento).”

Essa avaliação é essencial para subsidiar a definição de novos limites técnicos de mistura, acima dos teores já testados e aprovados, levando em conta a conjuntura nacional — a disponibilidade e diversificação de matérias-primas, as condições logísticas e climáticas, e as características regionais de produção e consumo.

Para conduzir tal avaliação, na 2ª Reunião do Comitê Técnico Permanente do Combustível do Futuro (CTP-CF), realizada em 23/10/2025, foi aprovada a criação do Subcomitê de Avaliação da Viabilidade Técnica de Misturas de Altos Teores de Biocombustíveis em Combustíveis Fósseis, com dois eixos temáticos independentes: Biodiesel e Etanol.

Os trabalhos do Eixo Temático Biodiesel foram iniciados em 04/11/2025, com o objetivo de avaliar a viabilidade técnica do uso de diesel com teores de biodiesel superiores a 15% e até 25%, conforme o § 2º do art. 1º da Lei nº 13.033/2014, alterado pela Lei nº 14.993/2024 (Lei do Combustível do Futuro).

O presente Plano de Testes integra os esforços conduzidos pelo Subcomitê - Eixo Temático Biodiesel e tem o potencial de ampliar, de forma técnica e segura, o conhecimento sobre o comportamento do diesel com biodiesel nacional em teores superiores aos atualmente utilizados, fornecendo subsídios científicos e regulatórios para decisões futuras sobre o avanço do teor obrigatório de mistura no País e contribuindo para consolidar o uso sustentável e competitivo do biodiesel na matriz energética brasileira.

1.1. Objetivo do Plano de Testes

Estabelecer o conjunto de parâmetros, procedimentos, condições de ensaio e diretrizes técnicas necessários à coordenação, execução e monitoramento da avaliação da viabilidade técnica do uso de diesel com teores de biodiesel acima de 15% (quinze por cento) e até 25% (vinte e cinco por cento), em conformidade com o § 2º do art. 1º da Lei nº 13.033/2014, com redação dada pela Lei nº 14.993/2024 (Lei do Combustível do Futuro).

Gerar resultados estratégicos não apenas para subsidiar a avaliação da viabilidade técnica das misturas até B25, conforme previsto na referida Lei, mas também para apoiar a atuação regulatória da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis - ANP, especialmente no que se refere à revisão e aprimoramento das especificações dos combustíveis, à avaliação dos efeitos de envelhecimento e estabilidade das misturas, e à definição de requisitos técnicos e operacionais necessários à sua comercialização segura e eficiente.

Ressalta-se que o presente Plano de Testes é exclusivamente voltado à avaliação da viabilidade técnica. Aspectos relacionados à viabilidade econômica e social não integram o escopo do presente trabalho. Eventual decisão quanto à ampliação do percentual obrigatório de biodiesel acima de 15%, após eventual constatação de viabilidade técnica, estará condicionada à realização de Análise de Impacto Regulatório (AIR) específica, nos termos da governança regulatória vigente.

2. REQUISITOS MÍNIMOS PARA GARANTIA DA CONFIABILIDADE DOS RESULTADOS

2.1. Condições de fornecimento dos combustíveis a serem testados

Desafio:

- O Brasil possui dimensões continentais e diferentes condições climáticas. Além disso, o biodiesel produzido nacionalmente tem origem em diversas matérias-primas e enfrenta desafios logísticos complexos.
- Em relação às matérias-primas, algumas são altamente saturadas, como o sebo bovino, enquanto outras são insaturadas, como o óleo de soja. Essas diferenças influenciam diretamente a qualidade do biodiesel:
- O biodiesel produzido a partir de matérias-primas saturadas apresenta excelente estabilidade oxidativa, contribuindo para evitar oxidação do combustível, mas possui propriedades a frio limitadas.
- Por outro lado, o biodiesel derivado de matérias-primas insaturadas possui melhores propriedades a frio, porém menor estabilidade oxidativa e maior tendência à higroscopicidade.
- Na prática, o biodiesel comercializado nas bases de distribuição resulta de um pool de B100 proveniente de diferentes produtores e matérias-primas, refletindo a heterogeneidade do produto que circula no mercado nacional.
- Captar essa diversidade nos ensaios é essencial para garantir a representatividade e a confiabilidade dos resultados.
- Em relação à complexidade logística e às práticas de manuseio e armazenamento, destaca-se:
- A infraestrutura de transporte no Brasil é predominantemente rodoviária, o que impõe desafios adicionais à manutenção da qualidade dos combustíveis durante o deslocamento.
- A produção de biodiesel concentra-se, em grande parte, na região Centro-Oeste, exigindo seu transporte para as principais regiões consumidoras do país.
- Em trajetos longos, como o deslocamento de biodiesel produzido em Mato Grosso até bases de distribuição no Maranhão, o transporte pode durar cerca de três dias, período em que o combustível é submetido a variações significativas de temperatura e umidade.

- Essas variações promovem a expansão e contração do ar interno dos tanques, gerando condensação de umidade e aumento do teor de água dissolvida no produto, o que pode impactar sua estabilidade físico-química e microbiológica.

- Essas condições podem comprometer a qualidade do combustível ao longo da cadeia logística, motivo pelo qual devem ser devidamente consideradas nos testes de viabilidade técnica.

- Salienta-se que, para enfrentar os desafios relacionados à qualidade e estabilidade do biodiesel, a Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis - ANP publicou a Resolução ANP nº 920/2023, que estabeleceu novos limites de especificação para o produto. A norma buscou garantir maior controle de contaminantes, estabilidade oxidativa e propriedades a frio adequadas, características fundamentais para a manutenção da qualidade do biodiesel ao longo da cadeia de suprimento. Entre as principais alterações, destacam-se a redução do teor de monoglicerídeos, a diminuição dos limites para os teores de sódio + potássio e cálcio + magnésio, a redução do limite de fósforo e o ajuste da tabela de ponto de entupimento de filtro a frio, em consonância com a diversidade climática nacional. A resolução também introduziu novos requisitos de controle de qualidade, como a obrigatoriedade de o produtor de biodiesel dispor de sistema de filtração ativo e operacional com elemento de até dez micrômetros, o monitoramento da estabilidade oxidativa nas bases de distribuição e a drenagem semanal dos tanques de armazenamento.

- Os aprimoramentos introduzidos pela nova especificação foram fundamentais para assegurar maior segurança e confiabilidade na implementação do B15. Contudo, é necessário garantir que eventuais avanços nas misturas com teores superiores de biodiesel não comprometam a atual dinâmica de distribuição, armazenamento e movimentação do diesel B15 já consolidada no país.

Requisitos:

- Diante desse cenário, torna-se fundamental assegurar que os combustíveis submetidos aos testes reflitam, com fidelidade, as condições reais do mercado nacional.

- Para garantir a representatividade e a confiabilidade dos resultados, é imprescindível que os combustíveis utilizados nos testes:

- Sejam coletados de base de distribuição, tendo sido submetidos as mesmas condições logísticas, de manuseio e armazenamento às quais estão expostos os combustíveis comercializados, abrangendo os efeitos combinados de transporte, variação térmica e umidade ao longo da cadeia de distribuição.

- o sejam provenientes de diferentes regiões (perfis distintos de matéria-prima) do Brasil, no caso dos ensaios de avaliação do combustível, de modo a contemplar a diversidade de matérias-primas utilizadas na produção de biodiesel.

- Nos ensaios de bancada/emissões, os ensaios não necessariamente precisam ser de diferentes perfis de matérias-primas, isto porque estudos experimentais indicam que, para misturas até B25, as variações no perfil de matéria-prima do biodiesel produzem diferenças de pequena magnitude nas emissões reguladas, sendo o teor da mistura o principal fator determinante do comportamento emissivo (Markov et al., 2021; McCormick et al., 2005).

Implementação - Estratégia para Garantia da Confiabilidade dos Resultados no Âmbito deste Plano de Testes:

- Utilizar combustíveis (biodiesel e diesel A) coletados diretamente em bases de distribuição, uma vez que esses produtos já passaram pelo estresse logístico típico do deslocamento entre produtor e distribuidor, tornando-se mais representativos do combustível efetivamente disponível no mercado.

- Utilizar combustíveis (biodiesel e diesel A) oriundos de duas bases com diferentes composições de matérias-primas.

- Exemplo: Base do Mato Grosso e São Paulo. Essas duas regiões, conforme o painel dinâmico da ANP, apresentam perfis distintos quanto à origem e composição típica das matérias-primas utilizadas na produção de biodiesel durante os meses de dezembro a fevereiro — período previsto para a coleta das amostras a serem enviadas aos laboratórios.

- No estado de Mato Grosso, as amostras são tipicamente insaturadas, com predominância de óleo de soja como matéria-prima. Já no estado de São Paulo, observa-se um perfil mais saturado, com predominância de sebo bovino e outros materiais graxos.

- Assegurar que tanto o biodiesel quanto o diesel A sejam coletados, analisados e especificados conforme as normas da ANP.

2.2. Representatividade dos motores a serem testados

Desafio:

- O parque circulante de veículos a diesel no Brasil é heterogêneo, composto por tecnologias de diferentes gerações e níveis de emissões. Isso se deve à longa vida útil desses veículos e à adoção gradual de novas normas ambientais.

- Motores mais antigos representam uma parcela significativa da frota nacional e podem responder de maneira distinta às misturas de biodiesel quando comparados a motores mais modernos, projetados para atender a regulamentações mais rigorosas.

- Além dos veículos rodoviários, é importante considerar aplicações em motores estacionários, máquinas agrícolas e motores de navios, que também utilizam diesel e possuem relevância para a avaliação da viabilidade técnica.

- Eventual falta de representatividade dos motores avaliados nos testes pode comprometer a confiabilidade dos resultados e sua aplicabilidade às condições reais do parque circulante brasileiro e de outros segmentos consumidores de diesel.

Requisitos:

- Para assegurar que os testes reflitam adequadamente o desempenho das misturas de biodiesel em diferentes condições operacionais, é essencial que os motores e veículos testados sejam representativos da frota circulante nacional.

- É necessário considerar tanto motores de veículos mais antigos, que ainda compõem uma fração significativa da frota em circulação, quanto motores mais modernos, que atendem às regulamentações mais recentes de emissões.

- Também é fundamental incluir aplicações relevantes fora do ciclo rodoviário, como motores estacionários e máquinas agrícolas, ampliando a representatividade dos resultados.

Estratégia para Garantia da Confiabilidade dos Resultados no Âmbito deste Plano de Testes:

- Testar as misturas de referência, o B20 e o B25, dependendo da fase de testes, em motores de diferentes fases do Proconve, tanto leves quanto pesados.

- Consolidar os resultados dos testes que vem sendo conduzidos com biodiesel em motores marítimos.

2.3. Avaliação de contaminantes e de eventual formação de borras e depósitos nos combustíveis a serem testados

Desafio:

- Os combustíveis, incluindo o diesel, o biodiesel e suas misturas, estão sujeitos a processos de degradação ao longo do tempo, decorrentes de fatores físico-químicos (oxidação, absorção de umidade, instabilidade térmica) e operacionais (estocagem e manuseio inadequados).

- Mesmo o diesel mineral (sem biodiesel) é altamente suscetível à retenção de água, proveniente principalmente da condensação da umidade do ar no interior dos tanques. Caso os tanques não sejam adequadamente limpos e a água acumulada não seja periodicamente drenada, forma-se um ambiente propício à contaminação microbiana e à consequente formação de borras, devido à baixa volatilidade e à elevada densidade do diesel, que aumentam o tempo e a área de contato entre o combustível e os microrganismos (De Azambuja et al., 2017; ASTM D6469, 2018; Energy Institute, 2019).

- O aumento do teor de biodiesel nas misturas também modifica o poder detergente e dispersante do combustível. O biodiesel possui caráter polar e propriedades solventes, que lhe conferem capacidade de remover e dispersar depósitos preexistentes nos tanques e sistemas de combustível — compostos por resinas, vernizes e outros materiais acumulados ao longo do tempo no uso do diesel fóssil (McCormick et al., 2010; NREL, 2023). Esse efeito detergente-dispersante, embora benéfico para a limpeza do sistema, pode re-suspender resíduos antigos, eventualmente não dissolvidos no teor vigente, e gerar, de forma temporária, aumento de particulados e obstruções em filtros, especialmente durante a transição para teores mais elevados de biodiesel. Trata-se de um comportamento comum nas fases iniciais de mudança de teor, após o qual o sistema tende a atingir novo estado de equilíbrio, com redução gradual dos efeitos transitórios e restabelecimento da estabilidade operacional.

- Em geral, o termo “borra” é utilizado de forma genérica para designar qualquer tipo de depósito, resíduo ou material sólido acumulado em tanques, filtros e sistemas de combustível. Entretanto, tais formações podem ter origens químicas, físicas ou biológicas distintas, exigindo abordagens específicas de diagnóstico, prevenção e mitigação.

- São quatro os principais mecanismos de formação de borras/depósitos que podem se formar em combustíveis que não atendem integralmente às especificações técnicas ou às boas práticas de manuseio, armazenamento e estocagem previstas pela ANP e pela ABNT NBR 15512/2020:

- Borra microbiológica (associada ao diesel fóssil ou às misturas com biodiesel): forma-se pela presença de água livre ou de microambientes úmidos, que favorecem a proliferação de fungos e bactérias na interface entre o combustível e a água. É característica de sistemas sujeitos a más práticas de manuseio, armazenamento e estocagem, especialmente em situações de acúmulo de água, ausência de drenagem periódica ou falta de limpeza dos tanques (Energy Institute, 2019; ASTM D6469, 2018; ABNT NBR15512, 2020). Essas condições operacionais inadequadas, ao favorecerem o acúmulo de água livre, atuam em conjunto com outros fatores, entre os quais se destacam:

- A redução do teor de enxofre nos combustíveis, uma vez que o enxofre possui efeito biocida natural, e sua remoção aumenta a suscetibilidade à proliferação microbiana em sistemas de diesel de baixo teor de enxofre (ULSD) (Srivastava & Nandan, 2013; Passman, 2013); e

- O aumento do teor de biodiesel, que, devido à sua maior higroscopicidade e ao conteúdo de oxigênio, favorece a absorção de água, especialmente na ausência de drenagem periódica e de boas práticas de manuseio e estocagem (Passman, 2013; Fregolente, 2015; Ai Cho et al., 2024).

- Borra química (associada ao biodiesel): forma-se pela precipitação de contaminantes residuais, como glicerídeos e esterilglicosídeos, oriundos do processo produtivo do biodiesel, especialmente sob variações térmicas ou baixas temperaturas. Esses compostos, ainda que presentes em pequenas concentrações, podem agregar-se e cristalizar, formando partículas sólidas que, mesmo após o reaquecimento à temperatura ambiente, não retornam ao estado líquido, em razão de um equilíbrio químico irreversível característico desses sistemas (Lee et al., 2007). A ocorrência está diretamente associada à pureza do produto (Lee et al., 2007; Tang et al., 2010).

- Borra re-solubilizada (associada ao diesel fóssil desprendido pela ação detergente-dispersante do biodiesel): ocorre quando o biodiesel, por ser levemente polar e apresentar propriedades solventes, exerce efeito detergente-dispersante sobre depósitos preexistentes do diesel fóssil, como asfaltenos, resinas, vernizes e outros compostos polares acumulados em tanques, tubulações e sistemas de combustível. A solubilização desses resíduos antigos pode liberar partículas e compostos insolúveis, os

quais, ao se dispersarem no sistema, podem causar obstruções de filtros e contaminação de linhas (McCormick et al., 2010; NREL, 2023).

- Borra oxidativa (associada ao diesel fóssil e ao biodiesel): forma-se a partir da auto-oxidação do combustível e está associada ao envelhecimento térmico, à exposição prolongada ao oxigênio e a fatores catalisadores como metais traço, calor e luz. Pode se intensificar em condições de estocagem inadequadas, como tanques mal ventilados ou sem controle de temperatura, ou quando o combustível apresenta baixa estabilidade oxidativa (NREL, 2023; ASTM D2274, 2018; Ai Cho et al., 2024).

- No caso do diesel A (diesel fóssil), a oxidação ocorre principalmente sobre hidrocarbonetos insaturados e aromáticos, resultando na formação de vernizes resinosos e precipitados que se acumulam em filtros, tanques e sistemas de injeção.

- Já no caso do biodiesel (ésteres de ácidos graxos), a presença de oxigênio e de duplas ligações na estrutura molecular leva à formação de ácidos graxos livres, oligômeros e depósitos cerosos.

Requisitos:

- No contexto da avaliação de misturas com teores mais elevados de biodiesel (B15 a B25), é essencial compreender as diferentes naturezas e mecanismos de degradação dos combustíveis, de modo a identificar com precisão a origem das borras e isolar as causas reais de não conformidade.

- Somente com esse diagnóstico claro e fundamentado é possível adotar medidas corretivas eficazes e cirúrgicas, direcionadas à causa primária do problema, evitando ações genéricas ou de caráter paliativo. Esse conhecimento aprofundado é indispensável para subsidiar decisões regulatórias, ajustar especificações técnicas e definir estratégias de controle e prevenção ao longo de toda a cadeia de suprimento.

- O monitoramento da qualidade deve incluir a identificação e caracterização das borras e depósitos formados, distinguindo-se entre:

- Borra microbiológica (biofilme): associada à presença de água livre e à proliferação de fungos e bactérias na interface combustível-água;

- Borra química (monoglicerídeos, esterilglicosídeos, ésteres de cadeia longa saturada e outros contaminantes): resultante da precipitação de compostos residuais do processo produtivo do biodiesel;

- Borra re-solubilizada (depósitos antigos do diesel fóssil): proveniente da solubilização de incrustações antigas, como asfaltenos, resinas e vernizes, pelo efeito detergente e dispersante do biodiesel;

- Borra oxidativa de biodiesel ou de diesel (resultante de processos de auto-oxidação, cuja natureza varia conforme o combustível:

- no biodiesel, forma-se pela oxidação de ésteres, originando ácidos carboxílicos, polímeros orgânicos e compostos de elevada acidez;

- no diesel fóssil, pela oxidação de hidrocarbonetos insaturados e aromáticos, gerando depósitos carbonosos e materiais resinosos do tipo verniz.

Estratégia para Garantia da Confiabilidade dos Resultados no Âmbito deste Plano de Testes:

- Monitorar em laboratório a evolução dos parâmetros de qualidade das misturas (B15, B20 e B25, a depender da fase de teste) durante 3 (três) meses de estocagem em condições padronizadas.

- Registrar e correlacionar a evolução dos parâmetros analisados com as condições de estocagem e com o teor de biodiesel em cada mistura, de modo a identificar eventuais tendências de degradação associadas ao aumento do teor de biodiesel.

- Encaminhar para análise complementar todos os resíduos, borras ou contaminantes eventualmente observados nos ensaios físico-químicos ou mecânicos, visando à caracterização detalhada e à determinação de sua origem e natureza.

2.4. Avaliação das propriedades críticas dos combustíveis a serem testados para fins de eficiência da combustão

Desafio:

- Alterações na composição do diesel comercial podem alterar propriedades físico-químicas, como viscosidade, volatilidade e comportamento a frio, que influenciam diretamente o desempenho do motor e a eficiência da combustão.

- Essas propriedades, se não bem avaliadas e especificadas, podem impactar a atomização do combustível, a partida a frio e a estabilidade térmica e de combustão, comprometendo potência, torque e consumo.

Requisitos:

- Dessa forma, torna-se essencial avaliar com precisão as propriedades críticas de uso das misturas testadas para fins de eficiência da combustão, em comparação com o diesel B comercial, a fim de identificar possíveis tendências de variação de desempenho e confiabilidade operacional, e ainda, subsidiar, se necessário, eventuais ajustes na especificação do diesel comercial, garantindo sua adequação técnica e compatibilidade com teores ampliados de biodiesel.

Implementação - Estratégia para Garantia da Confiabilidade dos Resultados no Âmbito deste Plano de Testes:

- Realizar ensaios laboratoriais para determinação das seguintes propriedades críticas:
- Viscosidade cinemática a 40 °C, para avaliar o comportamento do escoamento e a pulverização do combustível nos injetores;
- Cloud Point (Ponto de Névoa), Pour Point (Ponto de Fluidéz) e CFPP, para determinar a temperatura mínima de operação e a tendência de obstrução em condições de frio; e
- Destilação, para caracterizar a faixa de volatilidade e o comportamento da mistura durante o processo de vaporização na combustão.

3. FASES DO PLANO DE TESTES

O plano de testes foi estruturado em duas fases independentes e complementares, Fase 1 e Fase 2.

Em ambas as fases, o escopo técnico e metodológico é próximo, diferenciando apenas em relação à adição do ensaio de durabilidade de emissões na Fase 2, assegurando a formação de uma base de conhecimento contínua e progressiva sobre o comportamento do diesel com teores crescentes de biodiesel.

Os resultados das duas fases são estratégicos não apenas para subsidiar a avaliação da viabilidade técnica das misturas até B25, conforme previsto na referida Lei, mas também para apoiar a atuação regulatória da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis - ANP, especialmente no que se refere à revisão e aprimoramento das especificações dos combustíveis, à avaliação dos efeitos do envelhecimento e da estabilidade das misturas, e à definição de eventuais requisitos técnicos e operacionais necessários à sua comercialização segura e eficiente.

3.1. Fase 1 - Análise dos combustíveis de referência e do B20

A Fase 1 compreende os testes de viabilidade técnica de misturas com teores acima de 15% e até 20% de biodiesel, contemplando a análise das misturas B7 (para curva de emissões), do B15 (referência para os demais ensaios) e B20. Essa fase foi priorizada por estar diretamente alinhada ao

cronograma de elevação gradual do teor de biodiesel previsto na Lei do Combustível do Futuro, que estabelece o aumento escalonado do percentual obrigatório de adição de biodiesel ao diesel, partindo de B15 em 2025, B16 em 2026 e alcançando B20 em 2030.

3.2. Fase 2 - Análise dos combustíveis de referência e do B25

A Fase 2, por sua vez, abrange os testes de avaliação da viabilidade técnica de misturas com teores acima de 20% (vinte por cento) e até 25% (vinte e cinco por cento) de biodiesel, contemplando a análise das misturas B7 (para curva de emissões), do B15^[3] (referência para os demais ensaios) e B25. Essa fase foi planejada para execução dos ensaios em momento posterior à execução dos ensaios da Fase 1, uma vez que há limitação de infraestrutura laboratorial para execução de todos os testes de forma concomitante e ainda considerando que a legislação vigente não fixou prazo específico para a adoção do B25, permitindo que sua avaliação ocorra sem caráter imediato, de forma prospectiva.

A Fase 2 terá caráter complementar, permitindo ainda ampliar o conhecimento técnico sobre o comportamento do diesel com maiores proporções de biodiesel e fornecer subsídios científicos e regulatórios para futuras decisões do Conselho Nacional de Política Energética (CNPE) quanto à eventual expansão do teor obrigatório acima de B20.

Na hipótese de o B20 ser aprovado antes do início dos testes do B25, ele passará a ser utilizado como mistura de referência para os testes na Fase 2 (exceto ensaios de emissões).

4. ESCOPO DA CAMPANHA DE ENSAIOS PARA AS FASES 1 E 2

A campanha de ensaios foi estruturada de forma a garantir abrangência e representatividade das condições reais de uso do diesel com teores de biodiesel acima de 15% (quinze por cento) e até 25% (vinte e cinco por cento).

O escopo da campanha é dividido em três partes principais:

- *Ensaio Mecânicos:*

Contempla a execução de testes a serem realizados diretamente em motores e veículos, abrangendo diferentes segmentos de aplicação — rodoviário, agrícola, estacionário — e a compilação de resultados já disponíveis no segmento marítimo.

O objetivo é avaliar o consumo, o desempenho, as emissões e a dirigibilidade dos motores em condições reais e simuladas de operação, nas Fases 1 e 2.

- *Ensaio Físico-Químicos:*

Engloba análises laboratoriais dos combustíveis realizadas nas Fases 1 e 2.

O objetivo é identificar eventuais contaminantes, borras e depósitos, além de avaliar a degradação dos combustíveis e avaliar as propriedades críticas de eficiência da combustão — como viscosidade, ponto de névoa, ponto de fluidez e destilação — que, embora não sejam ensaios realizados diretamente em motores, influenciam o funcionamento dos sistemas de combustão.

- *Procedimentos Gerais, Critérios de Avaliação dos Resultados e Registro de Ocorrências nos Ensaio Mecânicos e Físico-Químicos:*

Estabelece diretrizes técnicas comuns aplicáveis a todos os ensaios, com o objetivo de assegurar padronização, rastreabilidade, repetibilidade e comparabilidade dos resultados obtidos em cada uma das fases.

Estabelece os critérios de avaliação e de registro de eventuais ocorrências técnicas a serem verificadas durante a execução dos testes, baseados na comparação direta entre o teor testado — B20 na Fase 1 e B25 na Fase 2 — e o teor de referência estabelecido nesse Plano de Testes.

O objetivo é garantir consistência na interpretação dos resultados, assegurando que eventuais desvios de desempenho sejam corretamente identificados, analisados e classificados. Esses critérios

permitem distinguir entre comportamentos efetivamente atribuíveis ao aumento do teor de biodiesel e aqueles decorrentes de fatores externos, como variações operacionais e características do motor e de manutenção.

4.1. Ensaio Mecânicos

4.1.1. Rodoviário

- Procedimento Experimental (a ser desenvolvido na Fase 1 e na Fase 2):
 - Realizar ensaios em dinamômetro de bancada e testes em campo (rodagem), abrangendo perfis representativos de uso:
 - tráfego urbano (ciclo de baixa velocidade e parada frequente);
 - operação rodoviária (alta velocidade e regime estável);
 - condições de baixa e alta carga do motor, simulando diferentes regimes operacionais.
 - Coletar e encaminhar, durante os ensaios, para análise laboratorial todas as borras/resíduos eventualmente observados, a fim de permitir sua identificação e caracterização detalhada.
 - O laboratório executor dos ensaios poderá executar os ensaios do B25 durante a execução da Fase 1, desde que respeitados os prazos para conclusão dos testes da Fase 1.
 - Todos os ensaios deverão ser realizados em triplicata, exceto os ensaios de durabilidade de componentes, durabilidade de emissões e aqueles para os quais a norma técnica aplicável preveja dispensa.
 - Todos os ensaios deverão ser realizados nas seguintes amostras:
 - Fase 1: dois tipos de amostras de cada B7 (no caso de emissões), B15 e B20 (para todos os ensaios)
 - Fase 2: dois tipos de amostras de cada B7 (no caso de emissões), B15 e B25 (para todos os ensaios)
- a) Nos ensaios de bancada e nos ensaios de emissões, os ensaios poderão ser realizados em amostra única de cada B7, B15 e B20^[4].
 - Amostragem de motores sugerida (para cada fase de testes):
 - Pesados (FASE 1):
 - 1 veículo entre as fases do Proconve P2 e P4 (exceto ensaios de emissões);
 - 2 veículos Euro III (Fase P5 do Proconve)
 - a) Motor eletrônico
 - b) Motor mecânico
 - 2 veículos Euro V (Fase P7 do Proconve)
 - a) Tecnologia EGR (DPF e DOC)
 - b) Tecnologia SCR (DOC)
 - Leves (FASE 1):
 - 1 veículo entre as fases do Proconve L2 e L5
 - 2 veículos L6
 - a) Tecnologia EGR

b) Tecnologia EGR e DPF

2 veículos entre as fases L7 e L8

a) Tecnologia EGR e DPF

b) Tecnologia SCR + DPF

Pesados (FASE 2):

1 veículo entre as fases do Proconve P2 e P4 (exceto ensaios de emissões);

2 veículos Euro III (Fase P5 do Proconve)

a) Motor eletrônico

b) Motor mecânico

3 veículos entre Euro V e VI (Fase P7 e P8 do Proconve), sendo no mínimo um Euro VI

a) Tecnologia EGR (DPF e DOC)

b) Tecnologia SCR (DOC)

Leves (FASE 2):

1 veículo entre as fases do Proconve L2 e L5

2 veículos L6

a) Tecnologia EGR

b) Tecnologia EGR e DPF

2 veículos entre as fases L7 e L8

a) Tecnologia EGR e DPF

b) Tecnologia SCR + DPF

* Siglas dos sistemas de pós-tratamento dos gases de escape:

EGR - Recirculação dos Gases de Escape

DPF - Filtro de Partículas Diesel

SCR - Redução Catalítica Seletiva

DOC - Catalisador de Oxidação Diesel

Ensaio Mínimos:

- Consumo;
- Compatibilidade química de materiais (elastômeros, mangueiras, plásticos e metais dos diversos componentes em contato com o diesel B);
- Partida a frio;
- Emissões;
- Desempenho em bancada;
- Dirigibilidade;
- Análise de OBD (On-Board Diagnostics);
- Durabilidade de componentes;
- Durabilidade de emissões (apenas para a Fase 2);
- Contaminação e degradação do óleo lubrificante.

4.1.2. Máquinas agrícolas e rodoviárias

- Procedimento Experimental (a ser desenvolvido na Fase 1 e na Fase 2):

- Conduzir ensaios mecânicos em máquinas agrícolas e rodoviárias — como tratores, escavadeiras, pás-carregadeiras, motoniveladoras e colheitadeiras — sob diferentes regimes de carga, torque e rotação.

- Coletar e encaminhar, durante os ensaios, para análise laboratorial todas as borras/resíduos eventualmente observados, a fim de permitir sua identificação e caracterização detalhada.

- O laboratório executor dos ensaios poderá executar os ensaios do B25 durante a execução da Fase 1, desde que respeitados os prazos para conclusão dos testes da Fase 1.

- Todos os ensaios deverão ser realizados em triplicata, exceto os ensaios de durabilidade de componentes, durabilidade de emissões e aqueles para os quais a norma técnica aplicável preveja dispensa.

- Todos os ensaios deverão ser realizados nas seguintes amostras:

- Fase 1: dois tipos de amostras de cada B7 (no caso de emissões), B15 e B20 (para todos os ensaios)

- Fase 2: dois tipos de amostras de cada B7 (no caso de emissões), B15 e B25 (para todos os ensaios)

a) Nos ensaios de bancada e nos ensaios de emissões, os ensaios poderão ser realizados em amostra única de cada B7, B15 e B20 formada pelo blend das misturas provenientes das duas regiões^[4].

- Amostragem de motores sugerida (para cada fase de testes):

Máquinas agrícolas

2 máquinas MAR I - Tier III

a) Tecnologia EGR

b) Tecnologia SCR

Máquinas rodoviárias

2 máquinas MAR I - Tier III

a) Tecnologia EGR

b) Tecnologia SCR

Ensaio Mínimo:

- Consumo;
- Compatibilidade química de materiais (elastômeros, mangueiras, plásticos e metais dos diversos componentes em contato com o diesel B);
- Partida a frio;
- Emissões;
- Desempenho em bancada;
- Durabilidade de componentes;
- Durabilidade de emissões (apenas para a Fase 2);
- Contaminação e degradação do óleo lubrificante.

4.1.3. Motor Estacionário

- Procedimento Experimental (a ser desenvolvido na Fase 1 e na Fase 2):

- Realizar testes mecânicos em motor estacionário, utilizado em geração de energia elétrica, sob operação estável de longa duração, complementada por ciclos de variação de carga para simular o uso real em campo.

- Coletar e encaminhar, durante os ensaios, para análise laboratorial todas as borras/resíduos eventualmente observados, a fim de permitir sua identificação e caracterização detalhada.

- O laboratório executor dos ensaios poderá executar os ensaios do B25 durante a execução da Fase 1, desde que respeitados os prazos para conclusão dos testes da Fase 1.

- Todos os ensaios deverão ser realizados em triplicata, exceto os ensaios de durabilidade de componentes, durabilidade de emissões e aqueles para os quais a norma técnica aplicável preveja dispensa.

- Todos os ensaios deverão ser realizados nas seguintes amostras:

- Fase 1: dois tipos de amostras de cada B7 (no caso de emissões), B15 e B20 (para todos os ensaios)

- Fase 2: dois tipos de amostras de cada B7 (no caso de emissões), B15 e B25 (para todos os ensaios)

a) Nos ensaios de bancada e nos ensaios de emissões, os ensaios poderão ser realizados em amostra única de cada B7, B15 e B20 formada pelo blend das misturas provenientes das duas regiões^[4].

- Amostragem de motores sugerida (para cada fase de testes):

- 1 motor estacionário empregado em geração de energia elétrica.

Ensaio Mínimo:

- Consumo;
- Compatibilidade química de materiais (elastômeros, mangueiras, plásticos e metais dos diversos componentes em contato com o diesel B);

- Partida a frio;

- Emissões;

- Desempenho em bancada;

- Durabilidade de componentes;

- Durabilidade de emissões (apenas para a Fase 2);

- Contaminação e degradação do óleo lubrificante.

4.1.4. Marítimo

No âmbito internacional, a Organização Marítima Internacional (IMO) e a International Organization for Standardization (ISO) vêm estabelecendo diretrizes técnicas para o uso de biocombustíveis no bunker e no diesel marítimo. Conforme o item 13.1 do documento IMO MEPC.1/Circ.795/Rev.6, de 10 de junho de 2022, é permitido o uso de até 30% em volume de biocombustíveis, incluindo o biodiesel, em misturas com combustíveis marítimos, desde que observados os requisitos de segurança e qualidade definidos pelas normas ISO, notadamente as séries ISO 8217 e ISO 15713.

No Brasil, não há obrigatoriedade regulatória para o uso de biodiesel em combustíveis marítimos. Contudo, diversas iniciativas experimentais vêm sendo conduzidas sob anuência da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP), com o objetivo de ampliar o conhecimento técnico sobre o tema e avaliar a viabilidade operacional de misturas biodiesel/diesel marítimo.

A Petrobras iniciou testes no bunker com teores crescentes de biodiesel, partindo de 7% (B7) e alcançando atualmente 24% (B24). A Bunker One realizou ensaios com 7% (B7) no óleo diesel marítimo utilizado em rebocadores na Baía de Guanabara. A Maersk planeja iniciar testes com B7 em rotas nacionais, e a Amaggi conduz projeto-piloto para uso de B100 na navegação fluvial do Rio Madeira.

Essas experiências, embora ainda pontuais, representam avanços relevantes e fontes de aprendizado prático. No entanto, considerando que não há mandato regulatório e ainda não existem dados padronizados e comparáveis suficientes para caracterizar a evolução da mistura, não se justifica, neste momento, a inclusão de novos testes mecânicos específicos no escopo deste Plano de Testes.

No momento, a prioridade consiste em compilar, sistematizar e analisar criticamente os resultados já obtidos, de forma a identificar lacunas técnicas e parâmetros críticos de desempenho e estabilidade que deverão nortear futuros ensaios controlados.

- Procedimento Experimental (a ser executado uma única vez até o final da Fase 2):

Reunir e organizar dados internacionais e nacionais de testes com biodiesel em combustíveis marítimos (bunker e diesel marítimo), classificando-os por teor de mistura, tipo de combustível base, tipo de motor, condições operacionais e tipo de utilização da embarcação (uso comercial ou recreativo).

Avaliar criticamente os resultados disponíveis quanto a desempenho, estabilidade, consumo, emissões e compatibilidade de materiais.

4.2. Ensaios Físico-Químicos

4.2.1. Avaliação de Contaminantes e de Degradação dos Combustíveis

- Procedimento Experimental (a ser desenvolvido na Fase 1 e na Fase 2):
 - Em cada fase de testes (Fase 1 e Fase 2), deverá ser realizado o monitoramento da evolução dos parâmetros de qualidade referentes a:
 - Misturas biodiesel/diesel formuladas por região, a partir da combinação direta do biodiesel e do óleo diesel A S10 de cada região correspondente.
 - As análises deverão ocorrer pelo menos duas vezes por mês durante três meses de estocagem das amostras em condições simuladas de uso real
 - Coletar e encaminhar, durante os ensaios, para análise laboratorial todas as borras/resíduos eventualmente observados, a fim de permitir sua identificação e caracterização detalhada.
 - O laboratório executor dos ensaios poderá executar os ensaios do B25 durante a execução da Fase 1, desde que respeitados os prazos para conclusão dos testes da Fase 1.
 - Ensaios Mínimos (realizados em triplicata para as 2 misturas de cada fase de testes):
 - Estabilidade oxidativa;
 - Contaminação Total;
 - Teor de água;
 - Acidez;
 - Massa específica;
 - Cold Filter Plugging Point (Ponto de Entupimento de Filtro a Frio) - CFPP;

Ponto de Névoa;

Tendência de Bloqueio a Filtro - FBT;

IFT - Tensão Interfacial (apenas no início - tempo zero);

4.2.2. Avaliação das Propriedades Críticas para Eficiência da Combustão

- Procedimento Experimental (a ser desenvolvido na Fase 1 e na Fase 2):

- Em cada fase de testes (Fase 1 e Fase 2), deverá ser realizado o monitoramento da evolução dos parâmetros de qualidade relacionado às propriedades críticas de uso referentes a:

- Misturas biodiesel/diesel formuladas por região, a partir da combinação direta do biodiesel e do óleo diesel A S10 de cada região correspondente.

- As análises deverão ocorrer pelo menos 1 vez por mês durante três meses de estocagem das amostras em condições simuladas de uso real.

- Coletar e encaminhar, durante os ensaios, para análise laboratorial todas as borras/resíduos eventualmente observados, a fim de permitir sua identificação e caracterização detalhada.

- Ensaios Mínimos (realizados em triplicata para as 2 misturas de cada fase de testes):

Viscosidade cinemática a 40 °C;

Pour Point (Ponto de Fluidez); e

Destilação, para caracterizar a faixa de volatilidade e o comportamento da mistura durante o processo de vaporização na combustão.

4.2.3. Análise de eventuais borras e resíduos

- Procedimento Experimental (a ser desenvolvido na Fase 1 e na Fase 2):

- Em cada fase de testes, conduzir a caracterização detalhada de quaisquer borras ou depósitos identificados pelos laboratórios responsáveis pela execução de todos os ensaios mecânicos e físico-químicos.

- Ensaios Mínimos (realizados em triplicata para cada mistura analisada em cada fase de testes): Análises físico-químicas para caracterização das borras/depósitos, distinguindo-se entre:

- Borra microbiológica (biofilme);

- Borra química (glicerídeos, esterilglicosídeos, ésteres de cadeia longa saturada e outros contaminantes residuais do biodiesel);

- Borra re-solubilizada (depósitos antigos do diesel fóssil, ricos em parafinas, hidrocarbonetos naftênicos e aromáticos, solubilizados pelo efeito detergente-dispersante do biodiesel);

- Borra oxidativa de biodiesel ou de diesel (resultante de processos de auto-oxidação, cuja natureza varia conforme o combustível:

- no biodiesel, forma-se pela oxidação de ésteres, originando ácidos carboxílicos, polímeros orgânicos e compostos de elevada acidez;

- no diesel fóssil, pela oxidação de parafinas e hidrocarbonetos naftênicos e aromáticos, gerando depósitos carbonosos e materiais resinosos do tipo verniz.

4.3. Procedimentos Gerais para todos os Ensaios Mecânicos e Físico-Químicos

Com o objetivo de garantir padronização, repetibilidade e confiabilidade dos ensaios realizados, assegurando que os resultados obtidos sejam consistentes e comparáveis entre os diferentes

segmentos e tipos de análise, estabelecem-se os seguintes procedimentos gerais, aplicáveis a todos os ensaios:

I - Garantir que todos os combustíveis (biodiesel, diesel A e misturas) utilizados nos ensaios de avaliação do combustível (ensaios físico-químicos) sejam coletados de bases de distribuição.

II - No caso do ensaio físico-químicos, garantir que as amostras sejam oriundas de duas diferentes regiões (perfis distintos de matéria-prima) do Brasil.

III - Os combustíveis a serem ensaiados devem ser analisados e certificados conforme as especificações da ANP:

Biodiesel: atender integralmente à Resolução ANP nº 920/2023, com emissão do certificado da qualidade antes da mistura, acrescido do ensaio de esterilglicosídeos.

Diesel A: atender integralmente à Resolução ANP nº 968/2024, com emissão do certificado da qualidade antes da mistura.

Misturas B7, B15, B20 e B25: devem ser formuladas em bases de distribuição (preferencialmente) ou pelas entidades executoras dos testes.

- As misturas de biodiesel com diesel A, destinadas à formulação das misturas, deverão ser realizadas em até 30 (trinta) dias após a emissão dos certificados da qualidade do biodiesel e do diesel A. Ultrapassado esse prazo, deverá ser efetuada nova análise de qualidade antes da mistura.

- Após a formulação, coletar amostra representativa, analisá-la incluindo o ensaio de estabilidade oxidativa pela norma EN15751, e emitir certificado da qualidade utilizando como referência os ensaios previstos para o diesel B pela Resolução ANP nº 968/2024.

- As misturas B20 e B25 devem atender a especificação prevista para o diesel B pela Resolução ANP nº 968/2024 com exceção dos parâmetros “massa específica”, “viscosidade cinemática” e “destilação”, que deverão ser “anotados”, considerando que esses parâmetros variam em função do teor de biodiesel e poderão subsidiar eventuais ajustes futuros na especificação prevista pela ANP. Caso na certificação do óleo diesel B alguma característica fique fora da especificação (RANP nº 968/2024), assim como para as características: viscosidade, massa específica e destilação, registrar a não conformidade (característica e valor obtido fora de especificação) e informar ao Subcomitê, em especial ao MME e ANP, para avaliação da continuidade dos ensaios.

- Os ensaios deverão ser iniciados em até 30 (trinta) dias após a emissão do certificado da qualidade das misturas de diesel B. Ultrapassado esse prazo, deverá ser realizada nova análise de qualidade antes do início dos testes.

IV - Executar todos os ensaios em conformidade com normas internacionalmente reconhecidas. No caso específico da investigação de formação de borras, as normas do Anexo Físico-Químico (análise investigativa de depósitos) deverão ser adotadas como referência orientadora.

V - Proceder a avaliação prévia dos veículos/motores selecionados de modo a garantir que somente aqueles em condições de manutenção adequada, com a constatação da integridade e originalidade dos sistemas auxiliares e de pós-tratamento, quando houver, sejam testados.

VI - Garantir a utilização de ARLA 32 em conformidade com as especificações de qualidade vigentes, considerando as determinações da Resolução CONAMA nº 403, de 11 de novembro de 2008, em especial o disposto no art. 11, § 3º, bem como da Instrução Normativa nº 23, de 11 de julho de 2009, que dispõem sobre a especificação do Agente Redutor Líquido de NOx Automotivo para aplicação nos veículos com motorização do ciclo Diesel.

VII - Por questões de confidencialidade, não deverão ser divulgados em relatório ou documentos públicos, produzidos no âmbito deste trabalho, marcas e modelos de veículos/motores escolhidos para os testes.

VIII - Simular diferentes cenários de carga e regimes de operação em todos os segmentos de aplicação, conforme normas de testes da engenharia automotiva.

IX - Empregar equipamentos de medição certificados e calibrados.

X - Realizar todos os testes em triplicata, sob as mesmas condições, assegurando repetibilidade e reprodutibilidade, exceto os ensaios de durabilidade de componentes, durabilidade de emissões e aqueles para os quais a norma técnica aplicável preveja dispensa.

XI - Registrar as condições externas (meteorológicas) no momento de execução dos ensaios.

XII - Conduzir análise de incertezas, considerando a precisão dos instrumentos de medição e variáveis não controladas.

4.4. Critérios para Avaliação dos Resultados e Registro de Ocorrências nos Ensaios Mecânicos e Físico-Químicos

Em ambas as fases do Plano — Fase 1 (análise do B15/B20) e Fase 2 (análise do B15/B25) — será adotado o mesmo critério de avaliação técnica para identificação e classificação das ocorrências observadas nos ensaios mecânicos e físico-químicos.

Será considerada ocorrência técnica toda situação em que a mistura com teor superior de biodiesel (B20 ou B25) presente, durante o ensaio, falha ou anomalia, não observada na mistura B15.

Por outro lado, não será considerada ocorrência relacionada ao teor de mistura quando a falha também ocorrer no B15, hipótese em que o evento será classificado como não atribuível ao teor de mistura, podendo estar relacionado a fatores inerentes ao estado do motor (desgaste de peças, km rodada etc.) ou às condições operacionais do ensaio.

Todas as eventuais ocorrências técnicas identificadas pelos laboratórios executores, inclusive no B15, deverão ser comunicadas ao Subcomitê para análise, com o objetivo de determinar sua relevância técnica e o impacto potencial sobre a viabilidade técnica das misturas.

5. CRONOGRAMA DO PLANO DE TESTES

5.1. Fase 1 - Análise dos combustíveis de referência e do B20

O cronograma da Fase 1 (Tabela 3) contempla dois possíveis cenários, definidos conforme o desfecho do Relatório de Viabilidade após a execução dos testes mecânicos e físico-químicos:

- Cenário A - Aprovação ou reprovação direta de teores acima de B15 e até B20:

Nesse cenário, o Relatório elaborado pelo Subcomitê de Avaliação da Viabilidade Técnica de Misturas de Altos Teores de Biocombustíveis em Combustíveis Fósseis - Eixo Temático Biodiesel (coordenado pelo MME), ao término dos testes e com base nos relatórios parciais dos laboratórios executores dos ensaios (incluindo os de dentro e fora do programa Política com Ciência), é validado como Relatório Final de Viabilidade, contemplando a aprovação ou reprovação direta dos teores avaliados acima de B15 e até B20.

- Cenário B - Aprovação condicionada a ajustes técnicos ou regulatórios de teores entre B15 e B20:

Nesse cenário, o Relatório elaborado pelo mesmo Subcomitê, ao final dos testes e com base nos relatórios parciais dos laboratórios executores (incluindo os de dentro e fora do programa Política com Ciência), é considerado Relatório Preliminar de Viabilidade. Esse relatório identifica a necessidade de ajustes técnicos e/ou regulatórios nas especificações para viabilizar a aprovação dos teores analisados.

A partir desse Relatório Preliminar, são sugeridas as alterações técnicas ou regulatórias necessárias e, após implementação — etapa que pode incluir consulta e audiência pública na ANP —, é elaborado o Relatório Final de Viabilidade pelo Subcomitê de Avaliação da Viabilidade Técnica de Misturas de Altos Teores de Biocombustíveis em Combustíveis Fósseis - Eixo Temático Biodiesel, no âmbito do CTP-

CF (coordenado pelo MME), consolidando os resultados ajustados e atestando a viabilidade dos teores acima de B15 e até B20.

Tabela 3 - Cronograma - Plano de testes de avaliação da viabilidade técnica do uso de diesel com teores de biodiesel acima de 15% e até 20% (Fase 1).

| Etapas Comuns Iniciais (FASE 1 - Cenário A e Cenário B) | | | | |
|--|--|------------------------------|---|---|
| Etapa | | Prazo mínimo estimado | Data de conclusão ou previsão mínima | Observações |
| 1 | Constituir o Subcomitê de Avaliação da Viabilidade Técnica de Misturas de Altos Teores de Biocombustíveis em Combustíveis Fósseis - Eixo Temático Biodiesel. | - | 23/10/2025 | Subcomitê já aprovado pelo CTP-CF. |
| 2 | Reunião de apresentação da proposta de Plano de Testes ao Subcomitê - Eixo Temático Biodiesel. | - | 18/11/2025 | Apresentação durante a 2ª reunião do subcomitê, com participação de agentes externos. Os trabalhos do Eixo Temático Biodiesel foram iniciados em 04/11 com reunião de alinhamento entre os órgãos de governo. |
| 3 | Recebimento das contribuições à minuta de Plano de Testes. | - | 03/12/2025 | |
| 4 | Reunião de apresentação pelo MME do resumo preliminar das propostas recebidas. | - | 16/12/2025 | |
| 5 | Apreciação das contribuições à minuta de Plano de Testes e realização de reuniões bilaterais para confecção da proposta final de plano de testes | - | Entre 18/12/2025 e 03/03/2026 | Foram realizadas 13 reuniões bilaterais com montadoras, setor produtivo de biodiesel, ANP e laboratórios de ensaios mecânicos e físico-químicos, no período de 18 de dezembro de 2025 a 20 de março de 2026, com o objetivo de incorporar, na maior medida possível, as contribuições recebidas ao plano de testes. |
| 6 | Reunião do Subcomitê para apresentação do consolidado final de contribuições e | - | 04/03/2026 | - |

| | | | | |
|---|---|---------|-------------------------------|---|
| | apresentação da proposta de Plano Final de Testes | | | |
| 7 | Tratativas com laboratórios mecânicos para viabilização dos ensaios de emissões e durabilidade de motores | - | Entre 04/03/2016 e 10/04/2026 | Articulação realizada pelo MME com instituições para ampliação da infraestrutura: <ul style="list-style-type: none"> • Montadoras (via ANFAVEA) • CENPES/Petrobras • AVL • PUC-Rio • IPT • SENAI CIMATEC • Lactec • Universidades públicas • Cetesb (emissões) • Umicore (emissões) |
| 8 | Apresentação do Plano Final de testes ao subcomitê, apresentação sobre as tratativas com os laboratórios mecânicos e próximos passos do Subcomitê para viabilização do início da execução dos testes | - | 10/04/2026 | Envio formal do Plano Final de Testes, incluindo cronograma após recebimento de todas as contribuições. |
| 9 | Definição de responsáveis para a Fase 1: <ul style="list-style-type: none"> i) volume de combustível necessário para execução; ii) veículos selecionados para os testes, que atendem as fases do Proconve e as tecnologias previamente aprovadas no Plano de Testes; iii) os responsáveis pela logística e fornecimento de motores e veículos utilizados nos testes; iv) laboratórios executores e os responsáveis pelo custeio dos testes que não estão previstos no projeto Política com Ciência; v) os responsáveis pelo custeio dos combustíveis a serem testados dentro e fora do projeto Política com Ciência; vi) os responsáveis pela logística de fornecimento dos combustíveis certificados das | 15 dias | 27/04/2026 | - |

| | | | | |
|--|--|------------------------------|---|---|
| | bases de distribuição até os laboratórios executores. | | | |
| 10 | APROVAÇÃO DO PLANO DE TESTES NO CTP-CF | - | 18/05/2026 | |
| 11 | Viabilizar a logística de fornecimento e certificação dos combustíveis a serem testados na Fase 1 | 15 dias | A depender da viabilização dos veículos, motores e combustíveis para início da execução do plano de testes. | Inclui coleta de amostras, certificação ANP e transporte aos laboratórios. |
| 12 | Executar os ensaios da Fase 1 (reuniões quinzenais de acompanhamento) | - | | Inclui ensaios mecânicos e físico-químicos |
| 13 | Elaborar relatórios parciais pelos laboratórios responsáveis (incluindo laboratórios dentro e fora do programa política com ciência) | 15 dias | | Elaboração e envio ao MME. |
| FASE 1, Cenário A - Aprovação ou Reprovação Direta de Teores entre B15 e B20 | | | | |
| Etapa | | Prazo mínimo estimado | Data de conclusão ou previsão mínima | Observações |
| 14 | Elaborar e validar o Relatório de Viabilidade do B20 | 15 dias | A depender da viabilização dos veículos, motores e combustíveis para início da execução do plano de testes. | Relatório elaborado pelo Subcomitê - Eixo Temático Biodiesel (coordenado pelo MME) com base nos relatórios parciais. Já é considerado Relatório Final de Viabilidade no cenário A. Relatório final contempla aprovação ou reprovação direta de teores entre B15 e B20 |
| FASE 1, Cenário B - Aprovação Condicionada a Ajustes Técnicos e/ou Regulatórios de Teores entre B15 e B20 | | | | |
| Etapa | | Prazo mínimo estimado | Data de conclusão ou previsão mínima | Observações |
| 14 | Elaborar e validar Relatório Preliminar de Viabilidade | 15 dias | A depender da viabilização dos veículos, motores e combustíveis para início da execução do plano de testes. | Relatório elaborado pelo MME com base nos relatórios parciais (dentro e fora do programa Política com Ciência) e nas recomendações para aprovação da viabilidade. Não é o relatório final, pois aponta necessidade de |

| | | | | |
|----|--|---------|--|--|
| | | | | ajustes técnicos ou regulatórios. |
| 15 | Concepção e implementação dos ajustes técnicos ou regulatórios | 90 dias | | Inclui consulta e audiência pública na ANP |
| 16 | Elaborar Relatório Final de Viabilidade | 15 dias | | Consolida o relatório preliminar com os ajustes regulatórios e atesta a viabilidade de teores entre B15 e B20. |
| 17 | Validar o Relatório Final no Subcomitê - Eixo Temático Biodiesel (coordenado pelo MME) | 15 dias | | Encerramento do processo de avaliação da viabilidade técnica de teores entre B15 e B20. |

5.2. Fase 2 - Análise dos combustíveis de referência e do B25

O cronograma da Fase 2 (Tabela 4) contempla dois possíveis cenários, definidos conforme o desfecho do Relatório de Viabilidade após a execução dos testes mecânicos e físico-químicos:

- Cenário A - Aprovação ou reprovação direta de teores acima de B20 e até B25:

Nesse cenário, o Relatório elaborado pelo Subcomitê - Eixo Temático Biodiesel, ao término dos testes e com base nos relatórios parciais dos laboratórios executores dos ensaios (incluindo os de dentro e fora do programa Política com Ciência), é validado como Relatório Final de Viabilidade, contemplando a aprovação ou reprovação direta dos teores avaliados acima de B20 e até B25.

- Cenário B - Aprovação condicionada a ajustes técnicos ou regulatórios de teores acima de B20 e até B25:

Nesse cenário, o Relatório elaborado pelo mesmo Subcomitê, ao final dos testes e com base nos relatórios parciais dos laboratórios executores (incluindo os de dentro e fora do programa Política com Ciência), é considerado Relatório Preliminar de Viabilidade. Esse relatório identifica a necessidade de ajustes técnicos e/ou regulatórios nas especificações para viabilizar a aprovação dos teores analisados.

A partir desse Relatório Preliminar, são sugeridas as alterações técnicas ou regulatórias necessárias e, após implementação — etapa que pode incluir consulta e audiência pública na ANP —, é elaborado o Relatório Final de Viabilidade pelo Subcomitê de Avaliação da Viabilidade Técnica de Misturas de Altos Teores de Biocombustíveis em Combustíveis Fósseis - Eixo Temático Biodiesel, no âmbito do CTP-CF (coordenado pelo MME), consolidando os resultados ajustados e atestando a viabilidade dos teores acima de B20 e até B25.

Tabela 4 - Cronograma - Plano de testes de avaliação da viabilidade técnica do uso de diesel com teores de biodiesel acima de 20% (vinte por cento) e até 25% (vinte e cinco por cento) (Fase 2).

| Etapas Comuns Iniciais (FASE 2 - Cenário A e Cenário B) | | | |
|---|------------------------------|---|--------------------|
| Etapa | Prazo mínimo estimado | Data de conclusão ou previsão mínima | Observações |
| Etapas de 1 a 10 já executadas na Fase 1, ficando a definir a disponibilidade de bancos de provas para os ensaios | - | - | - |

| | | | | |
|--|--|--|---|--|
| de durabilidade de motores e emissões. | | | | |
| 11 | Viabilizar a logística de fornecimento e certificação dos combustíveis a serem testados | 30 dias | A depender da viabilização dos veículos, motores e combustíveis para início da execução do plano de testes. | A viabilização para a Fase 2 se inicia em 2027, imediatamente antes do início da execução dos ensaios dessa fase. Inclui coleta de amostras, certificação ANP e transporte aos laboratórios. |
| 12 | Executar os ensaios da Fase 2 | A depender da disponibilidade de bancos de provas. | | Inclui ensaios mecânicos e físico-químicos nas instituições designadas, bem como o relatório de consolidação de testes em combustíveis marítimos. |
| 13 | Elaborar relatórios parciais pelos laboratórios responsáveis (incluindo laboratórios dentro e fora do programa política com ciência) | 15 dias | | Elaboração pelos laboratórios e envio ao MME. |
| FASE 2, Cenário A - Aprovação ou Reprovação Direta de Teores entre B20 e B25 | | | | |
| Etapa | | Prazo mínimo estimado | Data de conclusão ou previsão mínima | Observações |
| 14 | Elaborar Relatório de Viabilidade do B20 | 20 dias | A depender da viabilização dos veículos, motores e combustíveis para início da execução do plano de testes. | Relatório elaborado pelo Subcomitê - Eixo Temático Biodiesel (coordenado pelo MME) com base nos relatórios parciais da Fase 2. Já é considerado Relatório Final de Viabilidade da Fase 2 no cenário A. |
| 15 | Validar o Relatório no Subcomitê - Eixo Temático Biodiesel | 20 dias | | Relatório final contempla aprovação ou reprovação direta de teores entre B20 e B25 |
| FASE 2, Cenário B - Aprovação Condicionada a Ajustes Técnicos e/ou Regulatórios de Teores entre B20 e B25 | | | | |
| Etapa | | Prazo mínimo estimado | Data de conclusão ou | Observações |

| | | | previsão mínima | |
|----|--|---------|---|---|
| 14 | Elaborar Relatório Preliminar de Viabilidade | 15 dias | A depender da viabilização dos veículos, motores e combustíveis para início da execução do plano de testes. | Relatório elaborado pelo MME com base nos relatórios parciais (dentro e fora do programa Política com Ciência) e nas recomendações para aprovação da viabilidade. Não é o relatório final, pois aponta necessidade de ajustes técnicos ou regulatórios. |
| 15 | Validar o Relatório Preliminar no Subcomitê - Eixo Temático Biodiesel | 20 dias | | - |
| 16 | Concepção e implementação dos ajustes técnicos ou regulatórios | 90 dias | | Inclui consulta e audiência pública na ANP |
| 17 | Elaborar Relatório Final de Viabilidade | 15 dias | | Consolida o relatório preliminar com os ajustes regulatórios e atesta a viabilidade de teores entre B20 e B25 |
| 18 | Validar o Relatório Final no Subcomitê - Eixo Temático Biodiesel (coordenado pelo MME) | 15 dias | | Encerramento do processo de avaliação da viabilidade técnica de teores entre B20 e B25. |

REFERÊNCIAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 15512: Produtos de Petróleo - Determinação e Controle de Contaminação Microbiológica em Armazenamento de Combustíveis. Rio de Janeiro, 2020. Disponível em: <https://www.abntcatalogo.com.br/pnm.aspx?Q=ZTJISjk0cXhVTFN0dUJ5bkc1N0k0eGpBcm1W0EF0S0xKRGdhQzQvOThQUT0=>. Acesso em: 7 nov. 2025.

AI, Wenbo; CHO, Haeng Muk; MAHMUD, Md Iqbal. The Impact of Various Factors on Long-Term Storage of Biodiesel and Its Prevention: A Review. *Energies* (19961073), v. 17, n. 14, 2024. Disponível em: <https://www.mdpi.com/1996-1073/17/14/3449>. Acesso em: 7 nov. 2025.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS (ASTM). ASTM D2274: Standard Test Method for Oxidation Stability of Distillate Fuel Oil (Accelerated Method). West Conshohocken, PA: ASTM International, 2018. Disponível em: <https://store.astm.org/d2274-14r19.html>. Acesso em: 7 nov. 2025.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS (ASTM). ASTM D6469: Standard Guide for Microbial Contamination in Fuels and Fuel Systems. West Conshohocken, PA: ASTM International, 2018. Disponível em: <https://store.astm.org/d6469-20.html>. Acesso em: 7 nov. 2025.

DE AZAMBUJA, Aline Oliboni et al. Microbial community composition in Brazilian stored diesel fuel of varying sulfur content, using high-throughput sequencing. *Fuel*, v. 189, p. 340-349, 2017. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0016236116310729>. Acesso em: 7 nov. 2025.

ENERGY INSTITUTE. Guidelines for the investigation of the microbial content of liquid fuels and for the implementation of avoidance and remedial strategies. 3rd ed. London: Energy Institute, 2019. Disponível em: <https://www.energyinst.org/?a=675510>. Acesso em: 7 nov. 2025.

FREGOLENTE, P. B. L.; WOLF MACIEL, Wolf Maciel; OLIVEIRA, L. S. Removal of water content from biodiesel and diesel fuel using hydrogel adsorbents. *Brazilian Journal of chemical engineering*, v. 32, p. 895-901, 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/bjce/a/frcbcdLNwSY48Lpz3mYkQjr/?format=html&lang=en>. Acesso em: 7 nov. 2025.

LEE, Inmok et al. The role of sterol glucosides on filter plugging. *Biodiesel Mag*, v. 4, p. 105-112, 2007. Disponível em: <https://biodieselmagazine.com/articles/the-role-of-sterol-glucosides-on-filter-plugging-1566>. Acesso em: 7 nov. 2025.

McCormick et al. "Storage Stability of Biodiesel and Biodiesel Blends." *Energy & Fuels*, v.24, n.8, p.4668-4677, 2010. (Trata efeitos de depósitos/estabilidade em misturas biodiesel). Disponível em: <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/ef900878u>. Acesso em: 7 nov. 2025.

MARKOV, Vladimir; KAMALTIDINOV, Vyacheslav; DEVYANIN, Sergey; SA, Bowen; ZHERDEV, Anatoly; FURMAN, Viktor. Investigation of the influence of different vegetable oils as a component of blended biofuel on performance and emission characteristics of a diesel engine for agricultural machinery and commercial vehicles. *Resources*, Basel, v. 10, n. 8, p. 74, 2021. DOI: <https://doi.org/10.3390/resources10080074>.

MCCORMICK, Robert L.; TENNANT, Christopher J.; HAYES, R. Robert; BLACK, Stuart; IRELAND, John; MCDANIEL, Tom; WILLIAMS, Aaron; FRAILEY, Mike; SHARP, Christopher A. Regulated emissions from biodiesel tested in heavy-duty engines meeting 2004 emission standards. In: *SAE BRASIL FUELS & LUBRICANTS MEETING, 2005, Rio de Janeiro. Proceedings...* Warrendale: SAE International, 2005. Paper n. 2005-01-2200. Disponível em: NREL/CP-540-37508.

National Renewable Energy Laboratory (NREL). *Biodiesel Handling and Use Guide* (6th edition). Golden, CO: NREL, 2023. Disponível em: https://afdc.energy.gov/files/u/publication/biodiesel_handling_use_guide.pdf. Acesso em: 7 nov. 2025.

PASSMAN, Frederick J. Microbial contamination and its control in fuels and fuel systems since 1980-a review. *International Biodeterioration & Biodegradation*, v. 81, p. 88-104, 2013. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0964830512002120>. Acesso em: 7 nov. 2025.

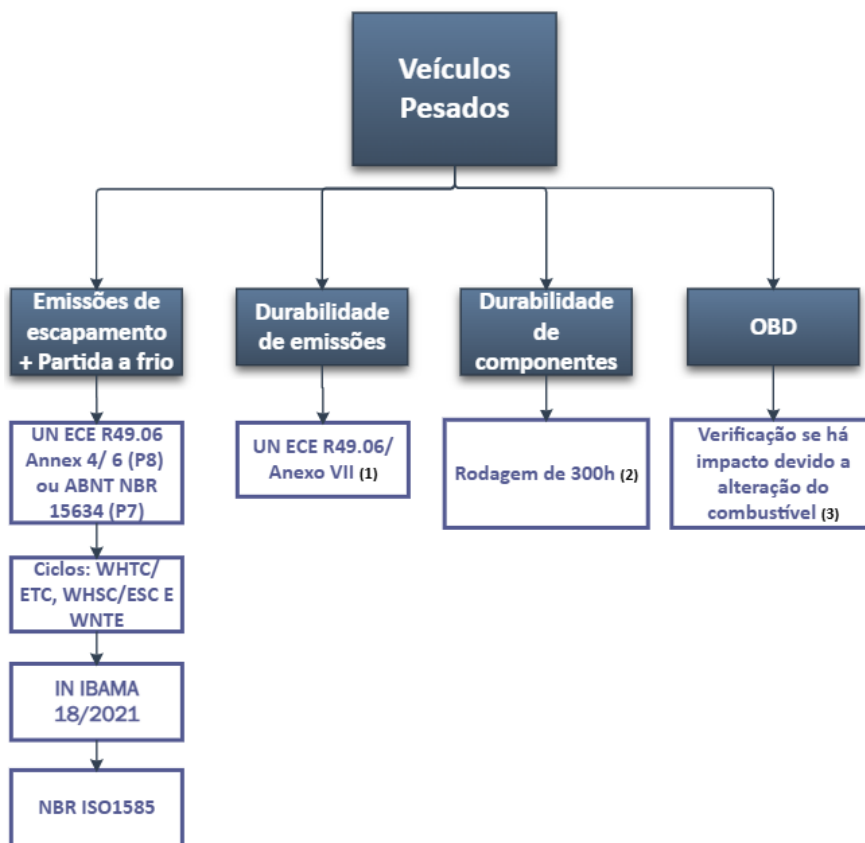
SRIVASTAVA, N. K.; NANDAN, Nitin K. Microbial growth control in diesel by optimization of sulphur. *International Journal of Environmental Pollution and Remediation (IJEPR)*, v. 1, n. 1, p. 119-125, 2012. Disponível em: <https://ijepr.avestia.com/2012/017.html>. Acesso em: 7 nov. 2025.

TANG, Haiying et al. Comparing process efficiency in reducing sterol glucosides in biodiesel. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, v. 87, n. 3, p. 337-345, 2010. Disponível em: <https://aocs.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1007/s11746-009-1502-4>. Acesso em: 7 nov. 2025.

SUBANEXOS

- SUBANEXO A - Normas técnicas de referência (ensaios mecânicos);
- SUBANEXO B - Normas técnicas de referência (ensaios físico-químicos).

SUBANEXO A NORMAS TÉCNICAS DE REFERÊNCIA (ENSAIOS MECÂNICOS)



(1) Conforme item 3.2.1.1 do Anexo VII - considerar a determinação da forma e a extensão da acumulação de distâncias e de horas de funcionamento em circulação e o ciclo de envelhecimento dos motores, de forma coerente com as boas práticas de engenharia

(2) Espera-se obter dos ensaios de 300 horas avaliações do comportamento do sistema de filtragem, do padrão de spray e estado visual dos bicos injetores, além de contaminação/degradação do lubrificante. Conforme a seguinte procedimento:

ETAPAS DE RODAGEM

PREPARAÇÃO

- instalação, troca de filtros, lubrificante e partida do motor no banco de provas;
- pré-rodagem com Diesel B15 durante 5 horas para avaliação do funcionamento do motor no ciclo A;
- troca de filtros, lubrificante e bicos injetores.

B15 BASE LINE

- levantamento de curvas de desempenho inicial Diesel B15 Base Line (NBR 1585 com medição de emissões em plena carga);
- retirada de amostras de lubrificante (500ml) e combustível (2.000ml) inicial Diesel B15 Base Line;
- início da rodagem de durabilidade Diesel B15 Base Line;
- rodagem do motor com Diesel B15 durante 50 horas no ciclo B;
- levantamento de curvas de desempenho de 50 horas Diesel B15 Base Line (NBR 1585 com medição de emissões em plena carga);
- rodagem do motor com Diesel B15 durante 50 horas no ciclo B;

- levantamento de curvas de desempenho de 100 horas Diesel B15 Base Line (NBR 1585 com medição de emissões em plena carga);
- rodagem do motor com Diesel B15 durante 50 horas no ciclo B;
- levantamento de curvas de desempenho de 150 horas Diesel B15 Base Line (NBR 1585 com medição de emissões em plena carga);
- retirada de amostras de lubrificante (500ml) e combustível (2.000ml) com 150h acumuladas;
- rodagem do motor com Diesel B15 durante 50 horas no ciclo B;
- levantamento de curvas de desempenho de 200 horas Diesel B15 Base Line (NBR 1585 com medição de emissões em plena carga);
- rodagem do motor com Diesel B15 durante 50 horas no ciclo B;
- levantamento de curvas de desempenho de 250 horas Diesel B15 Base Line (NBR 1585 com medição de emissões em plena carga);
- rodagem do motor com Diesel B15 durante 50 horas no ciclo B;
- levantamento de curvas de desempenho de 300 horas Diesel B15 Base Line (NBR 1585 com medição de emissões em plena carga);
- retirada de amostras de lubrificante (500ml) e combustível (2.000ml) com 300h acumuladas;
- troca de filtros, lubrificante e bicos injetores e análise das peças retiradas.

B20 BASE LINE

- levantamento de curvas de desempenho inicial Diesel B20 (NBR 1585 com medição de emissões em plena carga);
- retirada de amostras de lubrificante (500ml) e combustível (2.000ml) inicial Diesel B20;
- início da rodagem de durabilidade Diesel B20
- rodagem do motor com Diesel B20 durante 50 horas no ciclo B;
- levantamento de curvas de desempenho de 50 horas Diesel B20 (NBR 1585 com medição de emissões em plena carga);
- rodagem do motor com Diesel B20 durante 50 horas no ciclo B;
- levantamento de curvas de desempenho de 100 horas Diesel B20 (NBR 1585 com medição de emissões em plena carga);
- rodagem do motor com Diesel B20 durante 50 horas no ciclo B;
- levantamento de curvas de desempenho de 150 horas Diesel B20 (NBR 1585 com medição de emissões em plena carga);
- retirada de amostras de lubrificante (500ml) e combustível (2.000ml) com 150h acumuladas;
- rodagem do motor com Diesel B20 durante 50 horas no ciclo B;
- levantamento de curvas de desempenho de 200 horas Diesel B20 (NBR 1585 com medição de emissões em plena carga);
- rodagem do motor com Diesel B20 durante 50 horas no ciclo B;
- levantamento de curvas de desempenho de 250 horas Diesel B20 (NBR 1585 com medição de emissões em plena carga);
- rodagem do motor com Diesel B20 durante 50 horas no ciclo B;

- levantamento de curvas de desempenho de 300 horas Diesel B20 (NBR 1585 com medição de emissões em plena carga);
- retirada de amostras de lubrificante (500ml) e combustível (2.000ml) com 300h acumuladas;
- troca de filtros, lubrificante e bicos injetores e análise das peças retiradas.

CICLOS DE RODAGEM EM DINAMÔMETRO

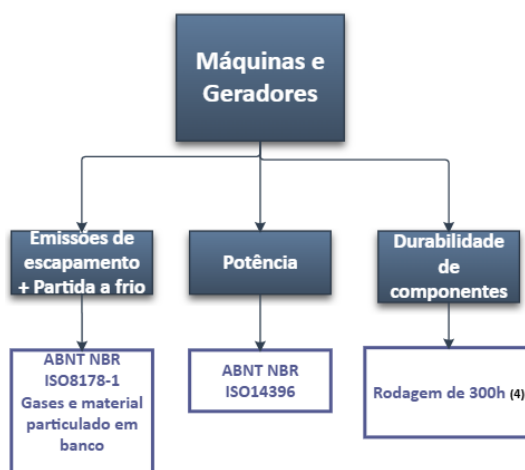
Ciclo A - duração de 60 minutos

- Marcha Lenta - 5 minutos
- 50% de carga / 50% da rotação de potência máxima - 10 minutos
- 100% de carga / 100% da rotação de torque máximo - 30 minutos
- 100% de carga / 100% da rotação de potência máxima - 15 minutos

Ciclo B - duração de 120 minutos

- Marcha Lenta - 5 minutos
- 50% de carga / 50% da rotação de potência máxima - 10 minutos
- 100% de carga / 100% da rotação de torque máximo - 15 minutos
- 50% de carga / 50% da rotação de potência máxima - 15 minutos
- 100% de carga / 100% da rotação de potência máxima - 15 minutos
- 50% de carga / 75% da rotação de potência máxima - 15 minutos
- 100% de carga / 100% da rotação de potência máxima - 15 minutos
- 50% de carga / 50% da rotação de potência máxima - 15 minutos
- 100% de carga / 100% da rotação de torque máximo - 15 minutos

(3) Visão qualitativa com o objetivo de indicar a possibilidade de ocorrência de possíveis problemas.



(4) Espera-se obter dos ensaios de 300 horas avaliações do comportamento do sistema de filtragem, do padrão de spray e estado visual dos bicos injetores, além de contaminação/degradação do lubrificante. Conforme a seguinte procedimento:

ETAPAS DE RODAGEM

PREPARAÇÃO

- instalação, troca de filtros, lubrificante e partida do motor no banco de provas;

◦ pré-rodagem com Diesel B15 durante 5 horas para avaliação do funcionamento do motor no ciclo A;

◦ troca de filtros, lubrificante e bicos injetores.

B15 BASE LINE

◦ levantamento de curvas de desempenho inicial Diesel B15 Base Line (NBR 1585 com medição de emissões em plena carga);

◦ retirada de amostras de lubrificante (500ml) e combustível (2.000ml) inicial Diesel B15 Base Line;

◦ início da rodagem de durabilidade Diesel B15 Base Line;

◦ rodagem do motor com Diesel B15 durante 50 horas no ciclo B;

◦ levantamento de curvas de desempenho de 50 horas Diesel B15 Base Line (NBR 1585 com medição de emissões em plena carga);

◦ rodagem do motor com Diesel B15 durante 50 horas no ciclo B;

◦ levantamento de curvas de desempenho de 100 horas Diesel B15 Base Line (NBR 1585 com medição de emissões em plena carga);

◦ rodagem do motor com Diesel B15 durante 50 horas no ciclo B;

◦ levantamento de curvas de desempenho de 150 horas Diesel B15 Base Line (NBR 1585 com medição de emissões em plena carga);

◦ retirada de amostras de lubrificante (500ml) e combustível (2.000ml) com 150h acumuladas;

◦ rodagem do motor com Diesel B15 durante 50 horas no ciclo B;

◦ levantamento de curvas de desempenho de 200 horas Diesel B15 Base Line (NBR 1585 com medição de emissões em plena carga);

◦ rodagem do motor com Diesel B15 durante 50 horas no ciclo B;

◦ levantamento de curvas de desempenho de 250 horas Diesel B15 Base Line (NBR 1585 com medição de emissões em plena carga);

◦ rodagem do motor com Diesel B15 durante 50 horas no ciclo B;

◦ levantamento de curvas de desempenho de 300 horas Diesel B15 Base Line (NBR 1585 com medição de emissões em plena carga);

◦ retirada de amostras de lubrificante (500ml) e combustível (2.000ml) com 300h acumuladas;

◦ troca de filtros, lubrificante e bicos injetores e análise das peças retiradas.

B20 BASE LINE

◦ levantamento de curvas de desempenho inicial Diesel B20 (NBR 1585 com medição de emissões em plena carga);

◦ retirada de amostras de lubrificante (500ml) e combustível (2.000ml) inicial Diesel B20;

◦ início da rodagem de durabilidade Diesel B20

◦ rodagem do motor com Diesel B20 durante 50 horas no ciclo B;

◦ levantamento de curvas de desempenho de 50 horas Diesel B20 (NBR 1585 com medição de emissões em plena carga);

◦ rodagem do motor com Diesel B20 durante 50 horas no ciclo B;

- levantamento de curvas de desempenho de 100 horas Diesel B20 (NBR 1585 com medição de emissões em plena carga);
 - rodagem do motor com Diesel B20 durante 50 horas no ciclo B;
- levantamento de curvas de desempenho de 150 horas Diesel B20 (NBR 1585 com medição de emissões em plena carga);
 - retirada de amostras de lubrificante (500ml) e combustível (2.000ml) com 150h acumuladas;
 - rodagem do motor com Diesel B20 durante 50 horas no ciclo B;
- levantamento de curvas de desempenho de 200 horas Diesel B20 (NBR 1585 com medição de emissões em plena carga);
 - rodagem do motor com Diesel B20 durante 50 horas no ciclo B;
- levantamento de curvas de desempenho de 250 horas Diesel B20 (NBR 1585 com medição de emissões em plena carga);
 - rodagem do motor com Diesel B20 durante 50 horas no ciclo B;
- levantamento de curvas de desempenho de 300 horas Diesel B20 (NBR 1585 com medição de emissões em plena carga);
 - retirada de amostras de lubrificante (500ml) e combustível (2.000ml) com 300h acumuladas;
 - troca de filtros, lubrificante e bicos injetores e análise das peças retiradas.

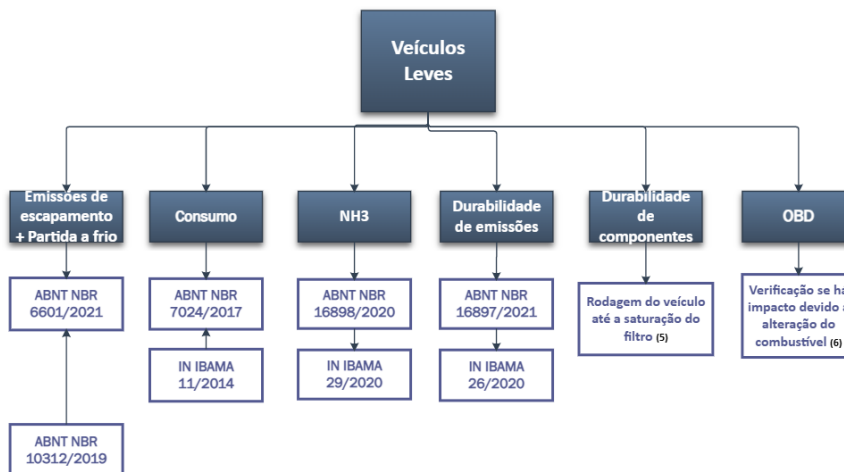
CICLOS DE RODAGEM EM DINAMÔMETRO

Ciclo A - duração de 60 minutos

- Marcha Lenta - 5 minutos
- 50% de carga / 50% da rotação de potência máxima - 10 minutos
- 100% de carga / 100% da rotação de torque máximo - 30 minutos
- 100% de carga / 100% da rotação de potência máxima - 15 minutos

Ciclo B - duração de 120 minutos

- Marcha Lenta - 5 minutos
- 50% de carga / 50% da rotação de potência máxima - 10 minutos
- 100% de carga / 100% da rotação de torque máximo - 15 minutos
- 50% de carga / 50% da rotação de potência máxima - 15 minutos
- 100% de carga / 100% da rotação de potência máxima - 15 minutos
- 50% de carga / 75% da rotação de potência máxima - 15 minutos
- 100% de carga / 100% da rotação de potência máxima - 15 minutos
- 50% de carga / 50% da rotação de potência máxima - 15 minutos
- 100% de carga / 100% da rotação de torque máximo - 15 minutos



(5) Visão qualitativa com o objetivo de indicar a possibilidade de ocorrência de possíveis problemas.

SUBANEXO B
NORMAS TÉCNICAS DE REFERÊNCIA
(ENSAIOS FÍSICO-QUÍMICOS)

SUBANEXO B.1 - Normas Técnicas para caracterização físico-química dos combustíveis

| ENSAIOS FÍSICO-QUÍMICOS | NORMAS TÉCNICAS UTILIZADAS |
|---|--|
| Envelhecimento (condições de estocagem) | ASTM D4625 |
| Ensaio para biodiesel | Previstas pela Resolução ANP nº 920/2023 |
| Ensaio para diesel A | Previstas pela Resolução ANP nº 968/2024 |
| Ensaio para misturas B7, B15, B20 e B25 | Previstas pela Resolução ANP nº 968/2024 |
| Caracterização de borras e depósitos | Anexo B.2 |

SUBANEXO B.2 - Normas Técnicas (orientativas) para caracterização investigativa de eventuais Borras e Depósitos

Borra Microbiológica

- ASTM D6469 - Standard Guide for Microbial Contamination in Fuels and Fuel Systems: Guia oficial para avaliar contaminação microbiana em sistemas de combustíveis.
- ASTM D6974 - Practice for Enumeration of Viable Bacteria and Fungi in Liquid Fuels: Método de cultura para detectar microbiologia associada ao combustível/água.
- ASTM E1131 - Compositional Analysis by Thermogravimetry (TGA): Diferencia quantitativamente (sem identificação de elementos) fração orgânica biogênica vs. inorgânica.
- ISO 22309 - Electron Probe Microanalysis — Quantitative EDS in SEM (MEV): Espectrometria de energia dispersiva - EDS acoplada a microscópio eletrônico de varredura para confirmar morfologia (hifas, cocos, bastonetes) e elementos típicos de biofilme (P - presente no ATP, membranas e DNA, S - microrganismos sulfato-redutores, K - presente no citoplasma microbiano)
- ASTM D7463 - Test Method for ATP Content of Microorganisms in Fuel and Fuel/Water Mixtures: ATP para indicar atividade microbiana em sistema de combustível.
- ASTM E986 - SEM Beam Size Characterization: Serve para calibrar o tamanho do feixe do MEV. Garante confiabilidade das imagens MEV utilizadas para avaliar biofilme.

Borra Oxidativa

- ASTM E1131 - TGA para quantificar voláteis, matéria orgânica e cinzas: Termogravimetria (orgânico x inorgânico).

- ASTM E1252 - IR Spectroscopy for Qualitative Analysis: FTIR identifica carbonilas, peróxidos, bandas aromáticas oxidadas.
- ASTM D974 - Acid Number by Color-Indicator Titration: Para acidez em extratos orgânicos do depósito.
- ASTM D8045 - Acid Number by Thermometric Titration: Método avançado para amostras difíceis de oxidado.
- ISO 22309 (EDS) + ASTM E986 (SEM): Morfologia + composição de depósitos oxidativos (verniz carbonáceo, óxidos metálicos).

Borra Química

- ASTM D5369 - Extraction of Solid Waste Samples for Organic Compounds: Extração Soxhlet para possibilitar análise GC no extrato.
- ASTM D6584/EM 14105 - Determination of Total Monoglycerides, Diglycerides, and Triglycerides in Biodiesel by GC: Aplicável ao extrato orgânico da borra, não ao sólido puro.
- ASTM E1131 - TGA: Diferencia material orgânico precipitado de resíduos minerais. Permite identificar o comportamento térmico característico dos cristais formadores da borra química (como monoglicerídeos, estearinas e sabões metálicos)
- ASTM E1252 - FTIR: Bandas de éster, glicerídeos, cristais cerosos.

Borra Re-solubilizada

- ASTM D3279 - n-Heptane Insolubles in Fuel Oils: O princípio é usado para quantificar fração “asfalto/verniz” após extrair o depósito.
- ASTM D5369 - Extração Soxhlet do sólido: Separa fração orgânica para análises subsequentes.
- ASTM E1131 - TGA: Depósitos re-solubilizados exibem comportamento térmico típico de resinas e asfaltenos.
- ASTM E1252 - FTIR: Bandas aromáticas e de resinas oxidativas.
- ISO 22309 / ASTM E986 - SEM/EDS: Identifica partículas carbonosas, óxidos metálicos, depósitos envernizados.

[1] Na hipótese de o B20 ser aprovado antes do início dos testes do B25, ele deverá ser utilizado como mistura de referência para os testes na Fase 2 (exceto ensaios de emissões).

[2] <https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/secretarias/petroleo-gas-natural-e-biocombustiveis/biodiesel/documentos/relatorios-de-aprovacao-do-b15>

[3] Na hipótese de o B20 ser aprovado antes do início dos testes do B25, ele deverá ser utilizado como mistura de referência para os testes na Fase 2 (exceto ensaios de emissões).

[4] Estudos experimentais indicam que, para misturas até B25, as variações no perfil de matéria-prima do biodiesel produzem diferenças de pequena magnitude nas emissões reguladas, sendo o teor da mistura o principal fator determinante do comportamento emissivo (Markov et al., 2021; McCormick et al., 2005).