

ÓLEO DIESEL

Informações Técnicas



***Assistência
Técnica***

A Assistência Técnica Petrobras tem por objetivo prestar suporte técnico aos clientes, com foco na adequação ao uso e corretos manuseio, condicionamento e armazenagem dos produtos comercializados pela Companhia.

O Programa conta com polos de atendimento por todo o Brasil onde gestores locais, estão preparados para atender às demandas dos clientes.

Adicionalmente, o atendimento é reforçado pela divulgação de informações técnicas a respeito dos produtos da Petrobras tanto em nível local como institucional.

A publicação de manuais técnicos integra essa iniciativa.

ÍNDICE

1 - DEFINIÇÃO	4
2 - ÓLEOS DIESEL COMERCIALIZADOS PELA PETROBRAS	5
3 - ESPECIFICAÇÕES E QUALIDADE DO COMBUSTÍVEL	6
4 - TRANSPORTE, ARMAZENAMENTO E MANUSEIO	15
5 - PRAZO DE VALIDADE	22

Versão nov/2024

Este material é sujeito a atualizações sem aviso prévio. A última versão está disponível no endereço: <https://petrobras.com.br/quem-somos/assistencia-tecnica>

1 - DEFINIÇÃO

O óleo diesel é um combustível líquido derivado de petróleo, utilizado em motores do ciclo Diesel (de combustão interna e ignição por compressão), composto majoritariamente por hidrocarbonetos com cadeias de 8 a 16 carbonos, podendo conter, em menor proporção, contaminantes nitrogenados, sulfurados e oxigenados. É produzido a partir do hidrotreatamento da mistura de diversas correntes como nafta pesada, diesel leve e diesel pesado e gasóleos, provenientes das diversas etapas de processamento do petróleo bruto.

Quanto ao **teor de enxofre**, a Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP) especifica dois tipos de óleo diesel na Resolução ANP N° 968 de 30/04/2024.

Óleo diesel S-500 - produto com, no máximo, 500 mg/kg de enxofre total.

Óleo diesel S-10 - produto com, no máximo, 10 mg/kg de enxofre total.

No que tange à participação de **componentes renováveis**, classificam-se em:

I- **Óleo diesel A**: combustível constituído por hidrocarbonetos, produzido a partir de derivados de petróleo ou outras matérias-primas não renováveis, destinado a veículos

ou equipamentos dotados de motores do ciclo Diesel.

II- **Óleo diesel B**: óleo diesel A, C ou suas misturas, adicionado de biodiesel¹ nos termos estabelecidos pelo Conselho Nacional de Política Energética (CNPE).

III- **Óleo diesel C**: combustível obtido a partir de processos, tal como o coprocessamento, que envolvam a utilização de matérias-primas renováveis e não renováveis concomitantemente.

As refinarias da Petrobras produzem o óleo diesel A e o óleo diesel C. O óleo diesel C é produzido na Petrobras pelo coprocessamento de correntes minerais com matéria-prima renovável de origem vegetal e/ou animal, recebendo o nome comercial de Diesel R.

O teor de biodiesel no óleo diesel B é estabelecido pelo CNPE, órgão governamental que conta com a participação de vários ministérios. Esse produto é então disponibilizado nos postos de combustível, pontos de abastecimento de frotas e nos tanques de armazenagem das mais diversas unidades industriais dos usuários.

O óleo diesel B é destinado a veículos ou equipamentos dotados de motores do ciclo Diesel, como caminhões, tratores, automóveis,

¹Combustível composto de alquil ésteres de ácidos carboxílicos de cadeia longa, produzido a partir da transesterificação ou esterificação de matérias graxas, de origem

vegetal ou animal, e que atenda à especificação contida na Resolução ANP N° 920 de 04/04/2024.

geradores de eletricidade e calor, locomotivas, entre outros.

Para aplicação aquaviária, é utilizado o óleo diesel marítimo,

especificado pela Resolução ANP N°903 de 18/11/2022. Maiores informações sobre esse produto constam no Manual de Combustíveis Marítimos.

2 - ÓLEOS DIESEL COMERCIALIZADOS PELA PETROBRAS

Óleo diesel A S-10 Petrobras

O óleo diesel A S-10 Petrobras, disponível desde 2013, foi desenvolvido para atender aos requisitos das mais novas gerações de motores Diesel que foram projetados para emitirem menores teores de material particulado e óxidos de nitrogênio (NO_x), em comparação com os das gerações anteriores. Para aplicação rodoviária, é o combustível adequado às fases L6, P7 e posteriores do Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores (Proconve).

Além do baixo teor de enxofre, esse combustível tem alto número de cetano (48 no mínimo), uma faixa estreita de variação da massa específica (815 kg/m³ a 850 kg/m³) e uma curva de destilação com a temperatura dos 95 % recuperados de, no máximo, 370 °C. Essas propriedades também conferem benefícios na combustão e na partida a frio dos motores.

O óleo diesel S-10 pode ser utilizado sem restrições por motores projetados para o uso de óleo diesel S-500, sem prejuízo ao seu funcionamento.

Diesel R Petrobras

O novo Diesel R Petrobras é um óleo diesel C S-10, obtido pelo coprocessamento do óleo diesel tradicional, derivado de petróleo, com matérias-primas renováveis em unidades de hidrotreatamento.

A grande vantagem do coprocessamento é que o óleo diesel obtido é quimicamente similar ao combustível mineral, podendo compartilhar a estrutura da refinaria e da logística de distribuição (transporte e armazenamento) existentes. É um produto livre de compostos oxigenados, por isso, sem afinidade com a água, e com alta estabilidade. É também isento de contaminantes metálicos, o que garante maior durabilidade e menor risco de falha nos motores.

O Diesel R-5, óleo diesel mineral com 5 % de conteúdo renovável, além de mais sustentável, atende aos mais exigentes motores e sistemas de tratamento de gases de escape.

Considerando o uso exclusivo do óleo de soja refinado como matéria prima, cada metro cúbico de conteúdo renovável presente no Diesel R-5 evita a emissão

aproximada de 2,1 quilogramas equivalentes de CO₂, um dos gases causadores do efeito estufa. Com o uso de matérias-primas renováveis residuais, a redução das emissões associadas à parcela renovável pode chegar a 90 %, quando comparado com o óleo diesel mineral.

O conteúdo renovável do Diesel R é determinado por balanço de massa e de carbono total, considerando as reações químicas e as quantidades de massa antes e depois do coprocessamento.

Já o método de datação de carbono-14, para quantificação do conteúdo renovável, é utilizado quando as condições do coprocessamento são alteradas, seja a matéria-prima, a sua proporção, o local de entrada no processo ou as condições da reação.

O Diesel R atende integralmente às especificações do óleo diesel A S-10, contidas na Resolução ANP N° 968 de 2024.

Óleo diesel A S-500 Petrobras

É um óleo diesel adequado a veículos leves e pesados produzidos antes de 2012 (fases L5, P5 do

Proconve e anteriores). O combustível é compatível com as tecnologias dos sistemas de combustão e de controle das emissões sem pós-tratamento, proporcionando um melhor custo e benefício nesse tipo de veículo.

O óleo diesel S-500 também atende aos requisitos de máquinas que ainda não possuem sistemas mais modernos de controle de emissões de escapamento, como motores de uso industrial, para a geração de energia, uso agrícola e em locomotivas, dentre outros.

Principais características:

- teor de enxofre de 500 mg/kg ou ppm, partes por milhão (máximo);
- número de cetano 42 (mínimo);
- massa específica de 815 kg/m³ a 865 kg/m³ @ 20 °C.

Não é recomendável a utilização de óleo diesel S-500 em aplicações que requeiram o óleo diesel S-10, sob pena de possíveis danos aos sistemas de pós-tratamento de emissões desses motores.

3 - ESPECIFICAÇÕES E QUALIDADE DO COMBUSTÍVEL

As especificações são estabelecidas por órgãos reguladores e consistem em um conjunto de características físico-químicas com limites definidos para garantir que o combustível se mantenha íntegro ao longo da cadeia e do tempo, tenha desempenho adequado nos motores, e atenda aos requisitos ambientais e de segurança no seu manuseio.

As especificações dos óleos diesel constam na Resolução ANP N° 968 de 30/04/2024 e podem ser acessadas no endereço eletrônico [https://atosoficiais.com.br/anp/resolucao-n-968-2024-estabelece-as-especificacoes-dos-oleos-diesel-destinados-a-veiculos-ou-equipamentos-dotados-de-motores-do-ciclo-diesel-e-as-obrigacoes-](https://atosoficiais.com.br/anp/resolucao-n-968-2024-estabelece-as-especificacoes-dos-oleos-diesel-destinados-a-veiculos-ou-equipamentos-dotados-de-motores-do-ciclo-diesel-e-as-obrigacoes)

[quanto-ao-controle-da-qualidade-a-serem-atendidas-pelos-agentes-economicos-que-comercializam-o-produto-em-territorio-nacional?origin=instituicao&q=968.](#)

Na sequência, algumas características físico-químicas são abordadas.

Massa específica

A massa específica indica a quantidade de massa do produto por unidade de volume, em uma determinada condição padrão. É um parâmetro essencial para garantir que o motor Diesel opere com máxima eficiência. Está relacionada à qualidade de combustão, ao consumo de combustível, à formação de resíduos e à quantidade de energia fornecida pelo combustível. Um óleo diesel com maior massa específica contém mais energia por litro, o que tende a aumentar a autonomia do veículo (medida em km/L) e a melhorar sua eficiência energética. A ANP especifica uma faixa para a massa específica do óleo diesel de modo a garantir um consumo e potência adequados (valor mínimo) e um nível de emissões controlado (valor máximo). No óleo diesel B, em função da adição do biodiesel, são admitidos limites distintos, segundo a Resolução ANP N°968 de 30/04/2024.

Destilação

A característica de volatilidade do óleo diesel exerce grande influência sobre o seu desempenho e pode ser avaliada pelo ensaio de destilação.

Na especificação ANP, essa característica pode ser determinada pelo método ASTM D86. Nesse ensaio, é realizado o aquecimento do combustível e as substâncias são vaporizadas progressivamente, de acordo com seu ponto de ebulição até que todo o produto tenha sido vaporizado e recuperado após condensação. A curva de destilação consiste, portanto, em um conjunto de pontos de ebulição que correspondem às temperaturas de ebulição da recuperação das diversas frações.

Os pontos extremos dessa curva, início e fim, são denominados Ponto Inicial de Ebulição (PIE) e Ponto Final de Ebulição (PFE). Dentro deste intervalo de temperaturas, existem diversos pontos intermediários, os quais podem ser referenciados como a porcentagem em volume do produto que foi recuperado naquela temperatura observada. Para o óleo diesel, na Resolução ANP N°968 de 30/04/2024, constam limites máximos para as temperaturas dos 85 % (S-500) e 95 % (S-10) em volume recuperados, para controlar a formação de resíduos na combustão.

Ponto de fulgor

O ponto de fulgor é uma medida da tendência de um produto formar uma mistura inflamável com o ar sob condições de laboratório controladas, sendo considerado importante para o manuseio seguro de líquidos combustíveis e inflamáveis.

Com o aquecimento do combustível, a pressão parcial dos vapores acima

da superfície do líquido aumenta e, eventualmente, se forma uma mistura inflamável do combustível com o ar. A temperatura de ponto de fulgor é a temperatura mínima aproximada na qual essa mistura se forma e é fortemente ligada às frações mais leves.

Um dos métodos mais usados que consta na especificação ANP é o ASTM D93, que consiste na determinação do ponto de fulgor em aparelhos de vaso fechado Pensky-Martens.

Enxofre

O enxofre total é especificado para o óleo diesel devido aos impactos ambientais e à saúde pública associados à sua presença no combustível. É rigorosamente controlado no óleo diesel, visando à redução de emissões de poluentes, compatibilidade com tecnologias de controle de emissões, e cumprimento de legislações ambientais e proteção da saúde pública.

Dependendo do tipo do composto e do seu teor, o combustível pode se tornar corrosivo, afetando a durabilidade do motor e de seu sistema de escapamento. O enxofre é um dos constituintes do material particulado emitido por motores Diesel, além de diminuir a eficiência dos sistemas de pós-tratamento dos gases de escapamento do veículo, contribuindo assim para o aumento das emissões de outros poluentes, como o NO_x . Pode ainda provocar alterações no óleo lubrificante e corrosão no sistema de exaustão.

Os órgãos ambientais vêm restringindo o teor de enxofre nos combustíveis, visando à redução da emissão de poluentes atmosféricos e, conseqüente, melhoria da qualidade do ar.

Sendo assim, para atender às exigências das tecnologias de motores necessárias para atendimento da legislação ambiental, a ANP especifica o enxofre máximo nos óleos diesel S-10 e S-500, que pode ser determinado pelo método ASTM D5453.

Número de cetano

O número de cetano é uma medida da qualidade de ignição do óleo diesel. Ele indica a facilidade com que o combustível se inflama dentro do motor Diesel. Um número de cetano mais alto significa que o combustível tem uma capacidade de ignição mais rápida, resultando em uma combustão mais eficiente e suave, que se traduz em melhor desempenho e durabilidade do motor. Um número de cetano elevado melhora a partida do motor em baixas temperaturas. Combustíveis com número de cetano mais alto proporcionam uma combustão mais completa, o que pode melhorar o desempenho do motor. O uso de óleo diesel com um número de cetano adequado pode ajudar a diminuir as emissões de poluentes, como hidrocarbonetos e partículas, devido à combustão mais eficiente.

Na especificação ANP, a qualidade de ignição é reportada a partir das normas ASTM D613, D6890, D7668,

D8183 e devem ser considerados os limites mínimos, que são diferentes para os óleos diesel S-10 e S-500. Para o óleo diesel A S-500, fica permitida a determinação do índice de cetano, calculado a partir do método ASTM D4737, alternativamente ao número de cetano, desde que o produto não contenha aditivo melhorador de cetano e o resultado seja mínimo de 45. Para o cálculo do índice de cetano, a equação considera a massa específica e as temperaturas de recuperação da destilação de 10 %, 50 % e 90 % do óleo diesel.

Estabilidade à oxidação

O termo "estabilidade" implica a resistência do combustível a alterações de suas propriedades físico-químicas. Pode estar relacionado à estocagem no longo prazo sob condições ambientes ou próximas a ambiente (estabilidade à estocagem), à exposição a condições de maior severidade, seja pelo aumento da temperatura e/ou pela maior disponibilidade de oxigênio (estabilidade à oxidação), ou em condições de uso a altas temperaturas por curto período (estabilidade térmica).

Tais alterações podem se manifestar de diversas maneiras incluindo: mudança de cor, formação de compostos solúveis e/ou insolúveis, formação de material particulado seguida por sedimentos/depósitos, formação de coque e material de deposição, mudança de propriedades físicas, químicas e de combustão, bem como mudança da compatibilidade com outros combustíveis.

Enquanto alterações de coloração estão mais relacionadas à aceitabilidade do produto pelos consumidores, a presença de produtos de degradação pode comprometer o desempenho de um motor ciclo Diesel, ao ocasionar o entupimento dos filtros de combustível e depósitos em bombas e nos sistemas de injeção.

Na especificação ANP, para avaliação da estabilidade à oxidação dos óleos diesel A e C, deve ser realizado um dos seguintes métodos: ASTM D2274 e ASTM D5304. Ambos são ensaios de envelhecimento acelerado, voltados para a quantificação gravimétrica dos insolúveis formados.

Adicionalmente, para o óleo diesel B, a característica estabilidade à oxidação deve ser determinada pelos métodos EN 15751, EN 16091 ou ASTM D7545. Isso porque a estabilidade pode ser influenciada pela adição do biodiesel, que contém compostos oxigenados e insaturações na sua composição. Esses métodos também são de envelhecimento acelerado, mas determinam o período de indução, que equivale ao tempo necessário para aceleração da degradação, nas condições específicas de cada método.

Contaminantes

Os contaminantes presentes no óleo diesel podem ser classificados em intrínsecos e extrínsecos. Os contaminantes intrínsecos consistem em componentes naturais que advêm do petróleo bruto e

diferem dos contaminantes extrínsecos que são impurezas que se introduzem no combustível durante sua produção, transporte, armazenamento ou uso. A presença desses contaminantes pode levar a problemas operacionais sérios, como falhas no motor, aumento no consumo de combustível, e custos elevados de manutenção e reparo. Portanto, é crucial implementar boas práticas de manuseio e armazenamento do óleo diesel para minimizar esse tipo de contaminação.

Os principais contaminantes extrínsecos incluem:

- **Água:** durante o transporte ou armazenamento, a água pode entrar no óleo diesel, principalmente devido à condensação. A presença de água no óleo diesel pode causar corrosão, promover o crescimento de microrganismos e afetar a eficiência da combustão;
- **Partículas sólidas:** poeira, areia e outros sólidos podem se misturar ao óleo diesel durante o armazenamento ou transporte. Essas partículas podem causar desgaste nos componentes do motor e obstruir filtros de combustível;
- **Microrganismos:** fungos, bactérias e leveduras podem crescer no óleo diesel, especialmente em presença de água. Esses microrganismos formam borras, que podem entupir filtros e causar corrosão

em tanques e sistemas de combustível;

- **Subprodutos da degradação do combustível:** durante o armazenamento, o óleo diesel pode oxidar e formar gomas e vernizes. Esses subprodutos podem entupir injetores e filtros, além de prejudicar o desempenho do motor;
- **Contaminação cruzada:** pode ocorrer quando o óleo diesel é armazenado ou transportado em tanques que anteriormente continham outros produtos, como gasolina ou produtos químicos industriais, levando à contaminação do combustível;
- **Aditivos não compatíveis:** o uso de aditivos em quantidades incorretas ou incompatíveis pode causar problemas de formação de depósitos no sistema de combustível.

Na especificação ANP, como características para controle dos contaminantes no óleo diesel, têm-se:

- **Aspecto visual (ASTM D4176):** pode indicar presença de partículas sólidas e água;
- **Teor de água (ASTM D6304):** indica o teor de água total (solúvel, dispersa, livre);
- **Contaminação total (EN 12662):** determina a presença de contaminantes sólidos;
- **Cinzas (ASTM D482):** determina a presença de contaminantes inorgânicos.

Propriedades a frio

As propriedades a frio do óleo diesel são importantes para garantir a confiabilidade, segurança e eficiência operacional de veículos e equipamentos, especialmente em climas frios. Compreender e gerenciar essas propriedades é essencial para evitar problemas de funcionamento e danos aos sistemas de combustível, além de garantir que o motor opere de maneira eficiente em todas as condições climáticas. Essas propriedades influenciam o escoamento e combustão eficiente em baixas temperaturas.

O ponto de névoa é a temperatura na qual os primeiros cristais de parafina começam a se formar no óleo diesel. Isso causa a turvação do combustível. É uma indicação importante, porque se o combustível atinge o ponto de névoa, os cristais de parafina podem se acumular nos filtros de combustível e linhas, impedindo o fluxo de combustível para o motor.

O ponto de entupimento de filtro a frio (*Cold Filter Plugging Point* - CFPP) é a temperatura mais baixa na qual um volume padrão de óleo diesel pode escoar através de um filtro padrão em um tempo específico. É uma medida prática para prever problemas de bloqueio de filtros devido à formação de cristais de parafina em temperaturas baixas. O CFPP fornece uma indicação mais precisa do desempenho do óleo diesel em condições reais de operação a frio, ajudando a prever o risco de

bloqueios nos sistemas de combustível.

O ponto de fluidez é a temperatura mínima na qual o óleo diesel ainda pode fluir. Abaixo dessa temperatura, o combustível torna-se muito viscoso e para de fluir adequadamente, o que pode impedir o funcionamento do motor. Se o ponto de fluidez for alcançado, o óleo diesel pode se solidificar, impedindo o bombeamento do combustível e dificultando a partida do motor. Em condições extremas, isso pode levar a falhas de operação de veículos e equipamentos. Em regiões frias, é comum o uso de aditivos que modificam o CFPP do óleo diesel, permitindo ajustar as suas propriedades para atender às necessidades específicas de diferentes climas e aplicações.

Na Resolução N° 968 de 30/04/2024, constam somente limites máximos para o CFPP, definidos de acordo com a época do ano e região do país.

É importante também saber distinguir cristais de parafina no óleo diesel da turbidez resultante da presença de água ou outros contaminantes. Para fazer essa distinção, deve ser levado em conta o CFPP do óleo diesel. Se o óleo diesel dentro do tanque ou dentro do sistema de combustível do motor ficar submetido a uma temperatura menor que o CFPP, pode ocorrer turvação do combustível em decorrência da formação de cristais de parafina. Esses cristais precipitam, quando o combustível é exposto a uma temperatura inferior à temperatura de solidificação dos

hidrocarbonetos parafínicos presentes no combustível, que tendem a ser mais altas do que a dos outros tipos de hidrocarbonetos e podem causar rápida saturação de um elemento filtrante, assim como qualquer outro material sólido contaminante. Essa é uma importante razão para que lotes de óleo diesel adquiridos durante os meses mais quentes do ano não sejam mantidos estocados para serem consumidos durante as épocas mais frias do ano. Isso explica por que o CFPP do óleo diesel produzido durante os meses mais quentes é bem maior do que o do óleo diesel produzido durante os meses mais frios. Da mesma forma, o CFPP de um óleo diesel produzido para consumo nas regiões Norte e Nordeste do Brasil normalmente é maior que o de um óleo diesel produzido para consumo na Região Sul do país.

Especificamente no óleo diesel B, o biodiesel pode potencializar problemas de turbidez e de entupimento de filtros, decorrentes da precipitação de cristais ou resíduos sólidos. Isso ocorre, principalmente em baixas temperaturas e é mais crítico com o B100 de origem animal, em função da sua estrutura molecular (tamanho da cadeia carbônica e ausência de insaturações). Além disso, a maior higroscopicidade do biodiesel também pode contribuir para turbidez do óleo diesel B, ao favorecer a absorção de água.

Condutividade elétrica

A especificação do óleo diesel brasileiro para a condutividade elétrica é definida principalmente para garantir a segurança durante o manuseio e o transporte do combustível, prevenindo o acúmulo de cargas eletrostáticas que podem causar incêndios ou explosões.

A condutividade elétrica consiste na habilidade de o combustível dissipar cargas eventualmente geradas durante a sua transferência e é função do teor de espécies iônicas. Caso a condutividade elétrica do produto seja suficientemente alta, as cargas serão dissipadas rapidamente, evitando o seu acúmulo e minimizando o risco potencial de incêndio durante o manuseio e a distribuição do produto.

Algumas operações, como bombeio e filtração, podem ocasionar a geração de cargas, que podem se acumular, caso o óleo diesel apresente baixa condutividade elétrica. Assim, um valor mínimo de condutividade é estabelecido para evitar problemas de acúmulo de eletricidade estática, principalmente em regiões onde a umidade relativa do ar é baixa. Na especificação americana ASTM D975, esse valor mínimo está baseado nas condições de transferência mais críticas, considerando o diâmetro da tubulação, a velocidade de escoamento e o tipo de container (caminhão-tanque, locomotiva, embarcação).

O risco iminente do acúmulo de cargas é a liberação abrupta da energia com intensidade suficiente para promover a ignição acidental de eventuais vapores de hidrocarbonetos dispersos no ar.

Para evitar a geração e o acúmulo de cargas eletrostáticas, deve ser dada atenção às práticas de manuseio e estocagem dos combustíveis. Além do estabelecimento de um valor mínimo para a condutividade do óleo diesel, deve-se atentar para o aterramento de tanques e caminhões-tanque, bem como para a minimização de atmosfera inflamável decorrente, por exemplo, da permuta entre carregamentos que envolvem combustíveis inflamáveis (*switch loading*) e do tipo de fluxo de descarga do produto. O fluxo vertical pode ocasionar a projeção do combustível contra o fundo dos tanques, facilitando a geração de carga e/ou a formação de atmosfera inflamável (*splash loading*).

Os aditivos dissipadores de cargas estáticas aumentam a condutividade elétrica dos combustíveis. Não foram identificados problemas de incompatibilidade dos aditivos antiestáticos que venham a ser adicionados ao longo da cadeia de suprimento. Porém, é importante o cuidado com contaminação com água, pois esses aditivos são surfactantes.

Entretanto, a solução não se resume ao emprego do aditivo dissipador de cargas estáticas nas unidades de produção, distribuição e revenda,

mas também ao pleno atendimento às orientações que constam de todas as normas e práticas de segurança em vigor que precisam ser seguidas à risca.

Recomenda-se adicionalmente que as normas a seguir sejam revisitadas e estudadas:

- National Fire Protection Association. *NFPA 30: Flammable and Combustible Liquids Code*. Quincy, MA: NFPA, 2024.
- American Petroleum Institute. 2015. *API Recommended Practice 2003: Protection Against Ignitions Arising Out of Static, Lightning, and Stray Currents*. 8th ed. Washington, DC: American Petroleum Institute. Reaffirmed 2020.
- ASTM D4865-19: *Standard Guide for Generation and Dissipation of Static Electricity in Petroleum Fuel Systems*. ASTM International, 2019.
- National Fire Protection Association. *NFPA 77: Recommended Practice on Static Electricity*. Quincy, MA: NFPA, 2024.

Nas operações de transferência do óleo diesel, algumas medidas podem ser destacadas para evitar:

1. Geração de cargas

- Estabelecer taxas de enchimento / vazões máximas, compatíveis com cada sistema;
- Evitar respingos e pulverização do produto;
- Evitar o escoamento do produto contaminado com água e sólidos dispersos;
- Controlar a velocidade de escoamento do produto ao longo de todo oleoduto;
- Evitar o uso de vapor d'água nos sistemas de combustível.

2. Acúmulo de cargas

- Propiciar tempo de residência suficiente a jusante de bombas e filtros para que as cargas geradas possam ser neutralizadas;
- Usar aterramento para evitar acúmulo de carga decorrente de possíveis diferenças de condutividade entre os materiais envolvidos nas transferências;
- Adicionar aditivo antiestático nos óleos diesel com condutividade baixa.

3. Descargas elétricas

- Remover ou aterrar promotores de faísca em tanques e vasos;
- Respeitar o tempo de relaxamento das cargas elétricas estáticas geradas antes de realizar amostragens e aferições.

4. Atmosferas inflamáveis

- Usar nitrogênio ou outro gás inerte disponível;
- Preencher espaços livres com vapor super rico;

- Evitar transferências de gasolina intercaladas com óleo diesel;
- Evitar espaços livres enchendo os recipientes totalmente (sem espaço de vapor);
- Operar a temperaturas inferiores ao ponto de fulgor, pelo menos 11 °C abaixo;
- Evitar carregar produtos dentro do intervalo de inflamabilidade da mistura vapor-ar (em condições de equilíbrio), produtos com baixa pressão de vapor a alta temperatura e produtos com alta pressão de vapor, a baixa temperatura, por exemplo.

Lubricidade

A lubricidade do óleo diesel é definida como a propriedade de o combustível evitar a fricção e o desgaste entre superfícies metálicas em movimento relativo sob carga e está relacionada com sua composição química. Os compostos polares (sulfurados, nitrogenados e oxigenados) proporcionam boas características lubrificantes ao produto. Além das características necessárias para apresentar um bom desempenho como combustível, o óleo diesel deve também apresentar características que lhe confirmam um bom desempenho como lubrificante, porque em determinadas partes dos sistemas de injeção, como componentes internos de bombas rotativas e injetores, ele atua também como lubrificante.

O hidrorrefino (hidrotratamento de alta severidade / hidrocraqueamento) consiste em

uma rota bastante utilizada para a produção de combustíveis com baixo enxofre e tende a reduzir também a maioria dos compostos polares que conferem lubricidade natural ao óleo diesel, podendo resultar em combustível com baixa lubricidade. Esse fato é indesejável, porque pode causar desgaste prematuro das bombas e dos sistemas de injeção de combustível, reduzindo a vida útil dos componentes dos motores.

Os aditivos melhoradores de lubricidade podem ser utilizados para correção dessa característica e consistem em misturas de ácidos graxos ou de ésteres e têm atuação comprovada na restituição do poder lubrificante do óleo diesel.

No Brasil, essa característica é automaticamente ajustada pela incorporação de biodiesel ao óleo diesel. Destaca-se que a adição de 2 % volume de biodiesel já é suficiente para a correção.

4 - TRANSPORTE, ARMAZENAMENTO E MANUSEIO

A Petrobras aplica rigorosos procedimentos de controle da qualidade em todas as etapas de seu processo produtivo. Isso inclui testes de laboratório para verificar a composição química e a presença de contaminantes. A Companhia também exige de seus fornecedores e parceiros comerciais o mesmo rigor. Tudo isso para que seus produtos cheguem ao consumidor final atendendo a todos os requisitos da qualidade intrínseca, adequação ao uso e exigências ambientais.

Para garantir a qualidade dos seus combustíveis desde as refinarias até os polos de suprimento das distribuidoras de combustível, foram realizados grandes investimentos na modernização do sistema de dutos, tais como o uso de válvulas de bloqueio de alta eficiência, eliminação de pontos mortos nos dutos e modernos sistemas de controle de interface, entre outros.

Assim, para a manutenção da qualidade do óleo diesel ao longo de toda cadeia logística, incluindo as operações de transporte, armazenamento e manuseio, recomendam-se os cuidados que se seguem.

Transporte

O transporte é uma etapa de manuseio do combustível que requer cuidados especiais para manutenção da sua qualidade. Para isso, é recomendável que os tanques e tubulações estejam limpos, evitando a contaminação cruzada. A contaminação pode ocorrer se os mesmos equipamentos forem usados para transportar diferentes produtos sem a limpeza apropriada.

Como boa prática, amostras de óleo diesel são coletadas em pontos críticos durante o transporte, para análise da qualidade. Isso ajuda a identificar qualquer degradação ou

contaminação que eventualmente ocorra.

Transferência por oleoduto

É importante verificar se o alinhamento a ser utilizado na movimentação do combustível está em perfeitas condições de uso, realizando dupla checagem. São necessários medidores de vazão no início e final da tubulação para realizar a comparação contínua do volume bombeado. As operações de verificação, alinhamento e início de bombeio devem sempre ser realizadas por operadores experientes e que disponham de um sistema eficiente de comunicação com o pessoal da outra ponta da linha. Somente após esses cuidados, poderá ser formalizado o “pronto a operar” entre ambas as partes - a empresa que iniciará o bombeamento e aquela que receberá o combustível - para que o bombeamento seja iniciado.

Deve haver acompanhamento do bombeamento, especialmente logo depois do seu início, quando análises de cor e massa específica são altamente recomendadas a fim de prevenir a contaminação do estoque de óleo diesel no tanque que estiver alinhado para recebê-lo.

Sempre que possível devem ser utilizadas linhas e bombas exclusivas para os diferentes tipos de óleo diesel. Quando esses sistemas não estiverem disponíveis, a interface resultante do contato do óleo diesel S-500 com o S-10 deve

ser destinada ao S-500, evitando assim a contaminação do óleo diesel S-10 com maior teor de enxofre e a coloração avermelhada do S-500.

Os registros de movimentações e drenagens anteriores devem sempre estar disponíveis e serem consultados pelos operadores e programadores envolvidos no bombeamento. O nível de água no tanque deve ser medido imediatamente antes de iniciar um bombeamento e depois de encerrada a operação, pois essas informações poderão ser requisitadas pelo processo de faturamento - emissão da nota fiscal.

É recomendável que todos os membros da cadeia de suprimento de óleo diesel tenham procedimentos detalhados para o recebimento, a armazenagem e a expedição dos combustíveis, contemplando também a programação de bombeamento, relacionando todos os passos que precedem o recebimento.

Transferência por caminhão-tanque

Os caminhões-tanque destinados ao transporte de óleo diesel devem atender aos seguintes requisitos:

- Os compartimentos dos tanques utilizados devem ser fabricados de materiais metálicos resistentes à corrosão e adequados para o armazenamento de líquidos

inflamáveis. Os materiais mais usuais são aço carbono, alumínio e aço inoxidável;

- Ter ponto baixo para acumulação de água e impurezas e possuir dreno;
- Ser estanques em relação à penetração de água e outros contaminantes;
- Ser selecionado e programado, tendo passado por inspeção, drenagem e limpeza interna prévia ao carregamento;
- estar limpos e isentos de resíduos de detergentes e água.

O transportador deve:

- Ter comprovada a qualidade do óleo diesel antes do carregamento;
- Dispor de procedimentos para garantir a inviolabilidade da carga;
- Dispor de documentação relativa à qualidade do produto.

De qualquer forma, o transportador deve atender aos demais requisitos normativos que regulam o transporte de substâncias perigosas, previstos pela Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT) no Brasil, bem como outras normas internacionais aplicáveis.

Armazenamento

Durante o armazenamento, o óleo diesel deve ser mantido homogêneo, límpido e isento de material particulado. Para isso, os tanques devem ser mantidos em condições

que minimizem a entrada de água e contaminantes sólidos.

Homogeneização

Uma etapa preliminar importante é a homogeneização do óleo diesel para garantir a qualidade, segurança e eficiência na utilização e gestão desse combustível, contribuindo para o seu faturamento correto.

A recirculação do óleo diesel do tanque e o uso de dispositivos de mistura (misturadores de pás ou de jato, ambos montados no costado do tanque) são adotados para a homogeneização do óleo diesel. No entanto, essas práticas podem causar a suspensão de eventuais contaminantes. O misturador de jato é menos propenso a mobilizar os contaminantes depositados no fundo do tanque.

Após a homogeneização, o combustível deve ficar em repouso por, no mínimo, 2 horas, desde que a amostra coletada no nível da sucção do tanque apresente aspecto límpido e isento de impurezas. A duração do repouso pode atingir de 12 a 36 horas, dependendo da altura da coluna de óleo diesel, tipicamente, de 4 a 14 m, tomando-se o costado do tanque como referência. Quanto maior for essa altura, maior será o tempo de repouso necessário para que os contaminantes - gotas de água, produtos de corrosão, fibras, partículas do revestimento da pintura do tanque, borras etc. - sedimentem no fundo do tanque.

Há casos em que os contaminantes permanecem em suspensão, mesmo depois de um longo período de decantação, causando turvação. Partículas de tamanho menor que 10 µm têm pequena probabilidade de sedimentar, pois tendem a permanecer em movimento aleatório dentro do líquido. Adicionalmente, traços de surfactantes ou gotículas de água podem permanecer dispersos no combustível, dificultando o desaparecimento da turvação.

Durante o período de repouso para sedimentação dos contaminantes, o estoque de óleo diesel precisa permanecer sem qualquer movimentação no tanque, para evitar fluxo de combustível ascendente, em sentido contrário à ação da gravidade.

Após as etapas de sedimentação e drenagem, e antes de iniciar as vendas ou carregamentos, a base de distribuição deve retirar uma amostra do combustível para emissão do boletim de conformidade, como previsto na Resolução ANP N° 968 de 30/04/2024.

A Petrobras considera o óleo diesel homogêneo quando as diferenças de massas específicas a 20 °C entre as amostras retiradas do topo, meio e fundo do tanque são iguais à reprodutibilidade do método, 0,5 kg/m³, ou menores do que esse valor.

Limpeza dos tanques

O procedimento de limpeza de tanque e a consequente destinação dos resíduos devem seguir as determinações específicas de cada órgão estadual de regulação do meio-ambiente.

O prazo máximo para limpeza dos tanques de armazenamento é de dez anos, observando-se o atendimento ao seguinte critério: após dois anos da última limpeza, realizar anualmente análise de contaminação microbiológica em amostra de água coletada no fundo ou no dreno do tanque. Caso seja identificada contaminação moderada a elevada, repetir o teste nos dois próximos recebimentos. Se dois dos três testes realizados indicarem a permanência da contaminação do tanque, adotar procedimentos operacionais destinados a mitigar a contaminação microbiológica. Realizar novos testes em três recebimentos subsequentes. Persistindo a contaminação em dois dos três testes, retirar o tanque de operação, antecipando sua limpeza. Pode ser utilizado como referência a Norma ABNT NBR 16732/2019.

Depois de feito o esvaziamento do tanque e antes de iniciar a limpeza propriamente dita, é necessário manter os seus bocais abertos e fazer uma ventilação forçada dos vapores remanescentes de combustível dentro do tanque, assegurando atmosfera não explosiva no seu interior. Para entrada de pessoal no tanque,

costuma ser necessário o uso de respiradores com suprimento de ar adequadamente pressurizado e devidamente filtrado, fornecido por fonte externa ao tanque. Geralmente se aplicam em ambientes onde o ar pode estar contaminado com substâncias tóxicas, particulados, ou onde há deficiência de oxigênio. Para tanques de pequeno diâmetro, há casos de limpeza feita através da boca de visita do costado do tanque. Um operador portando uma mangueira com água pressurizada dirige o jato de água contra a chapa de fundo do tanque ou lavadores rotativos que pulverizam água ou soluções de limpeza nas paredes internas do tanque, arrastando as impurezas para a bacia de drenagem. Os detritos então acumulados devem ser removidos mecanicamente. Eventualmente, podem ser utilizados também produtos químicos especiais para dissolver e remover resíduos. Não é recomendado o uso de detergente na operação de limpeza.

No final da limpeza, o fundo do tanque deverá ficar seco antes de receber novo inventário de combustível. A pintura interna do tanque precisa ser mantida em bom estado.

A destinação correta dos resíduos resultantes da limpeza de tanques de óleo diesel é crucial para proteger o meio ambiente e a saúde pública, além de evitar penalidades legais. Deve ser realizada com cuidado, em conformidade com as regulamentações ambientais e passa

por algumas etapas: classificação dos resíduos entre perigosos e não perigosos, coleta, armazenamento, transporte, tratamento e destinação final.

Presença de água nos tanques

Água pode aparecer no tanque a partir do recebimento de um novo estoque de óleo diesel, seja na forma de água livre, dispersa, em emulsão e/ou solúvel. Quando o óleo diesel se apresenta turvo é porque contém gotas de água muito pequenas. Elas não sedimentam e dão aspecto turvo ao combustível.

Água surge continuamente nos estoques de óleo diesel, noite e dia, a partir da condensação da umidade do ar que entra no tanque pelo bocal de “respiração”. Desde uma refinaria até o cliente consumidor, o óleo diesel passa em média por quatro a oito tanques e todos esses tanques têm a possibilidade de conter alguma água.

Água no fundo do tanque de óleo diesel tem o potencial de criar atividade microbiana, que degrada o combustível, gera borras e satura elementos filtrantes mais rapidamente, além de prejudicar o funcionamento da bomba injetora ou bico injetor do motor Diesel. A água contribui ainda para causar corrosão em equipamentos da cadeia de distribuição de combustíveis.

Drenagem dos tanques

Os tanques devem ser drenados após a decantação até atingir “água zero”.

O nível de água deve ser medido antes de iniciar a drenagem do tanque de óleo diesel, que deve ser feita nos seguintes casos:

- Antes do recebimento de novo carregamento;
- Algumas horas depois de receber um novo carregamento;
- Imediatamente antes de iniciar o bombeamento do combustível;
- Diariamente, pela manhã.

Tanques verticais cilíndricos de superfície geralmente possuem componentes de drenagem bem definidos para garantir a eficiência na remoção de líquidos e sedimentos, evitando a corrosão e garantindo a qualidade do combustível armazenado.

Manuseio

O manuseio do óleo diesel requer algumas precauções para garantir a segurança pessoal e evitar acidentes ambientais ou danos aos equipamentos. O uso de Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) é obrigatório: luvas e óculos de proteção, roupas adequadas, como macacões ou aventais. Máscara ou respirador são necessários, sobretudo, em áreas mal ventiladas ou em caso de manuseio prolongado.

Para maiores informações com relação ao manuseio, inclusive itens de segurança, deve-se consultar a Ficha de Dados de Segurança (FDS), que pode ser acessada no endereço eletrônico

<https://fds.petrobras.com.br/>.

O armazenamento seguro inclui o uso de recipientes adequados, ambiente ventilado, distante de fontes de ignição como chamas, faíscas e de fontes de calor. Os recipientes devem ser dispostos em superfície plana e estável para evitar derramamentos acidentais. Da mesma forma, funis e bicos de abastecimento adequados devem ser utilizados na sua transferência. Tanques ou recipientes não devem ser abastecidos além da capacidade para evitar transbordamentos. Conexões e mangueiras devem estar bem ajustadas e sem vazamentos. Entretanto, na eventualidade de vazamentos, podem ser utilizados serragem ou panos, para conter e limpar. O descarte de resíduos de óleo diesel e materiais contaminados deve atender às regulamentações locais para resíduos perigosos.

Longos períodos de estocagem

São necessários cuidados específicos com o óleo diesel presente em equipamentos que permanecem por longos períodos sem utilização ou de uso intermitente, tais como veículos em primeiro enchimento, geradores de emergência, equipamentos em manutenção, ônibus escolares em período de férias, máquinas

agrícolas em período de inatividade etc.

Recomenda-se então que, para esse uso, com características de armazenamento em um prazo estendido, seja efetuado um acompanhamento mensal das características do produto, tais como, homogeneidade, cor, odor, turbidez e presença de material particulado. Em se detectando alterações, deve-se entrar em contato com a empresa fornecedora do produto para avaliação mais criteriosa.

Considerando-se a adoção de boas práticas de manuseio e estocagem, não são esperados problemas na utilização do óleo diesel especificado.

As seguintes medidas específicas são importantes para redução dos efeitos indesejáveis em combustíveis armazenados por longos períodos:

- Adquirir combustível especificado de um fornecedor com reputação reconhecida;
- Seguir todas as recomendações constantes no manual de operação do equipamento;
- Observar todas as determinações da legislação e normas ambientais municipais, estaduais e federais vigentes onde será utilizado o equipamento;
- Inspecionar e limpar os tanques de armazenamento periodicamente;
- Evitar a presença de água no óleo diesel. Esta pode ser proveniente

da condensação da umidade do ar nos tanques de armazenagem, da entrada de água da chuva ou de contaminação acidental. Utilizar métodos para detectar a presença de água, como pasta de água;

- Remover a água periodicamente por drenagens;
- Verificar se os vents estão instalados e selados adequadamente;
- Evitar a utilização de visor de nível externo ao tanque exposto à luz solar;
- Priorizar a utilização de filtros micrônicos para remoção de material particulado e coalescedores para a remoção de água;
- Proteger os tanques aéreos da exposição direta da luz solar;
- Não usar tanque vertical de teto flutuante. Essa prática favorece a entrada de água nos períodos de chuva;
- Tomar providências para que a boca de descarga do tanque esteja sempre vedada quando não estiver sendo utilizada;
- Instalar os tanques com uma inclinação tal que permita a verificação e a drenagem periódica da água;
- Dotar os tanques aéreos de válvulas que facilitem a operação de drenagem;
- Não utilizar linhas, válvulas, conexões, filtros de cobre, zinco, bronze ou latão. O contato do óleo diesel com esses metais e suas ligas acelera o processo de degradação;

- Não deixar o óleo diesel exposto a temperaturas elevadas, acima da temperatura ambiente;
- Encher os tanques dos equipamentos que ficarão por longos períodos parados, para diminuir o contato do combustível com o oxigênio e a umidade presente no ar;
- Recircular periodicamente o combustível no tanque passando pelo sistema de purificação.

Rastreabilidade

A rastreabilidade da qualidade do óleo diesel ao longo da cadeia de distribuição envolve o monitoramento e controle contínuo do combustível desde sua produção até o ponto de consumo. Esse processo é essencial para garantir que o óleo diesel mantenha sua

qualidade e atenda aos padrões regulatórios.

Para garantir a rastreabilidade do óleo diesel ao longo de sua cadeia de distribuição, é essencial registrar:

- Movimentações;
- Amostragens;
- Interfaces entre bateladas;
- Análises de amostras: antes, durante e após o seu recebimento;
- Coleta de amostra testemunho;
- Medições de níveis e outros dados pertinentes.

Esse conjunto de informações é importante para que qualquer ocorrência associada ao produto movimentado possa ser rastreada, na medida em que surja alguma necessidade específica.

5 - PRAZO DE VALIDADE

Não existe um “prazo de validade” do óleo diesel comercial. A adoção de boas práticas de manuseio e estocagem poderá propiciar um maior tempo de armazenamento do óleo diesel preservando suas características e qualidade, prolongando a vida útil dos equipamentos, reduzindo a corrosão e evitando os gastos operacionais adicionais dos tanques, filtros e equipamentos.

Os combustíveis tendem a sofrer um processo de degradação, porque há oxigênio nos espaços vazios dos tanques. Assim, manter o tanque cheio ou guardar o combustível em tambores selados pode aumentar a sua durabilidade. Além disso, alguns

metais, como cobre, bronze, chumbo, estanho, zinco e ligas de latão, catalisam o processo de oxidação, não devendo, portanto, estar em contato com o combustível.

Outro ponto que favorece a degradação dos combustíveis é a presença de água, que deve ser evitada ao máximo. Esse fator é ainda mais crítico para óleo diesel B, que contém o biodiesel na sua formulação, componente com elevada higroscopicidade. Por isso, o óleo diesel B tende a absorver maior quantidade de água do que o óleo diesel A.

Os problemas mais frequentes em motores, associados à perda da qualidade do combustível, são a formação de:

- Depósitos no sistema de injeção;
- Borra, pela degradação microbológica, devido à presença de água nos tanques;
- Resina, decorrente da degradação oxidativa, podendo ocasionar entupimento e restrição ao movimento de peças móveis;
- Ácidos, aumentando o risco de corrosão;
- Sabões, pela degradação do biodiesel, promovendo o entupimento de filtros de

combustível e a formação de depósitos nos injetores.

Portanto, é importante que se preste atenção redobrada aos cuidados com o transporte, armazenamento e manuseio do combustível citados anteriormente, especialmente no que se refere à limpeza e drenagem de água dos tanques, além da manutenção de sistemas de filtração ao longo da cadeia logística.

A experiência mostra que, seguindo as boas práticas recomendadas neste manual, não são esperados problemas dentro de um prazo médio de, pelo menos, 30 dias.

Para contatar o SAC Petrobras, o cliente pode utilizar o telefone 0800 728 9001 ou enviar um e-mail para sac@petrobras.com.br

Elaborado por:

Gerência Geral de Marketing - Comercialização no Mercado Interno

Gerência de Experiência do Cliente

Coordenação de Assistência Técnica

Gerência de Planejamento de Marketing e Inteligência de Mercado

Gerência Geral de PD&I em processos Industriais, Produtos e Logística - Centro de Pesquisas e Desenvolvimento (Cenpes)

Gerência de Logística, Petróleo & Produtos

Versão novembro/2024