

Qualidade do óleo diesel

Considerações sobre a turbidez

**Assistência
Técnica**

SAC Petrobras - 0800 728 9001

sac@petrobras.com.br

www.canalcliente.com.br



O que é turbidez?

—

O que é turbidez?

Turbidez

Turbidez ou turvação é a **falta de transparência**

O óleo diesel se apresenta turvo, quando há

💧 gotículas de água dispersas

🔴 partículas finas em suspensão

Norma de referência: ASTM D4176 - B



Límpido



Turvo

Água e turbidez

A água no óleo diesel se apresenta livre, dispersa, em emulsão ou solúvel

A incorporação de água pode ocorrer por:

- condensação de umidade do ar, ao longo da distribuição, de transferências e no armazenamento
- contaminação com água residual em dutos
- secagem inadequada na produção
- decantação e drenagem insuficientes
- contaminação microbiológica, que facilita a emulsão de água

Água e turbidez

**Fatores
determinantes
na formação da
emulsão**

Características físico-químicas do óleo diesel: massa específica, viscosidade e composição química

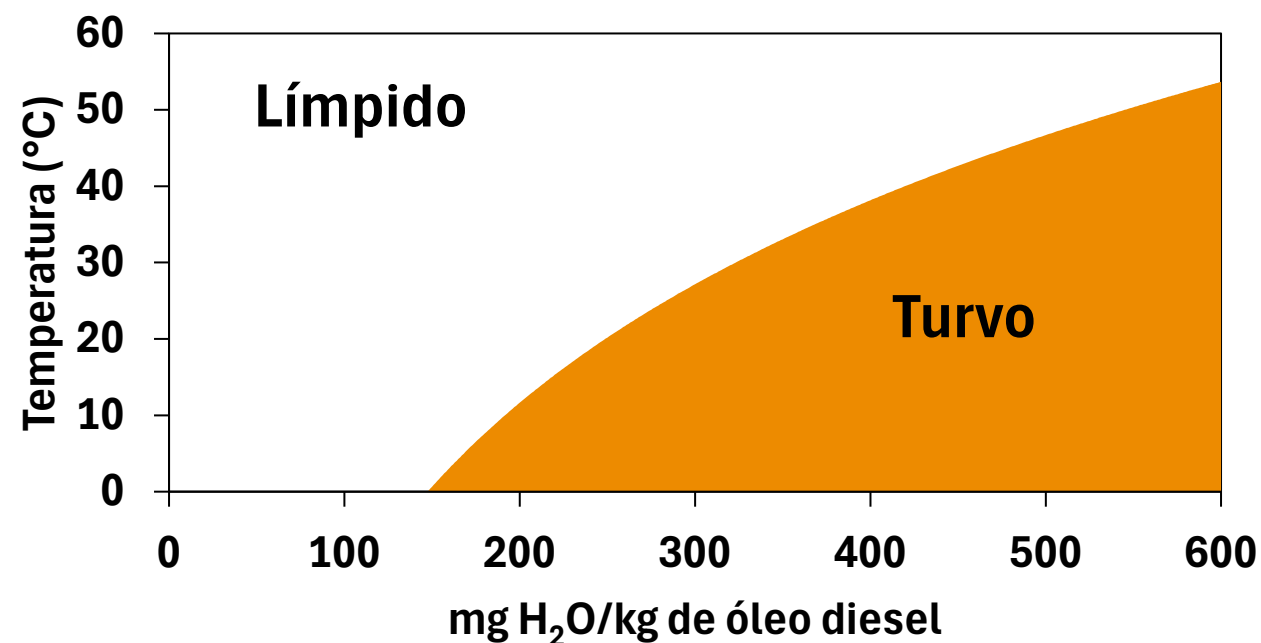
Presença de compostos tensoativos

Teor de água e tamanho das gotículas

Temperatura

Água e turbidez

Uma pequena diminuição da temperatura faz o limite de solubilidade do meio cair, formando inúmeras gotículas de água, que funcionam como pequenas lentes, dispersam a luz, e geram o aspecto de uma imagem opaca.



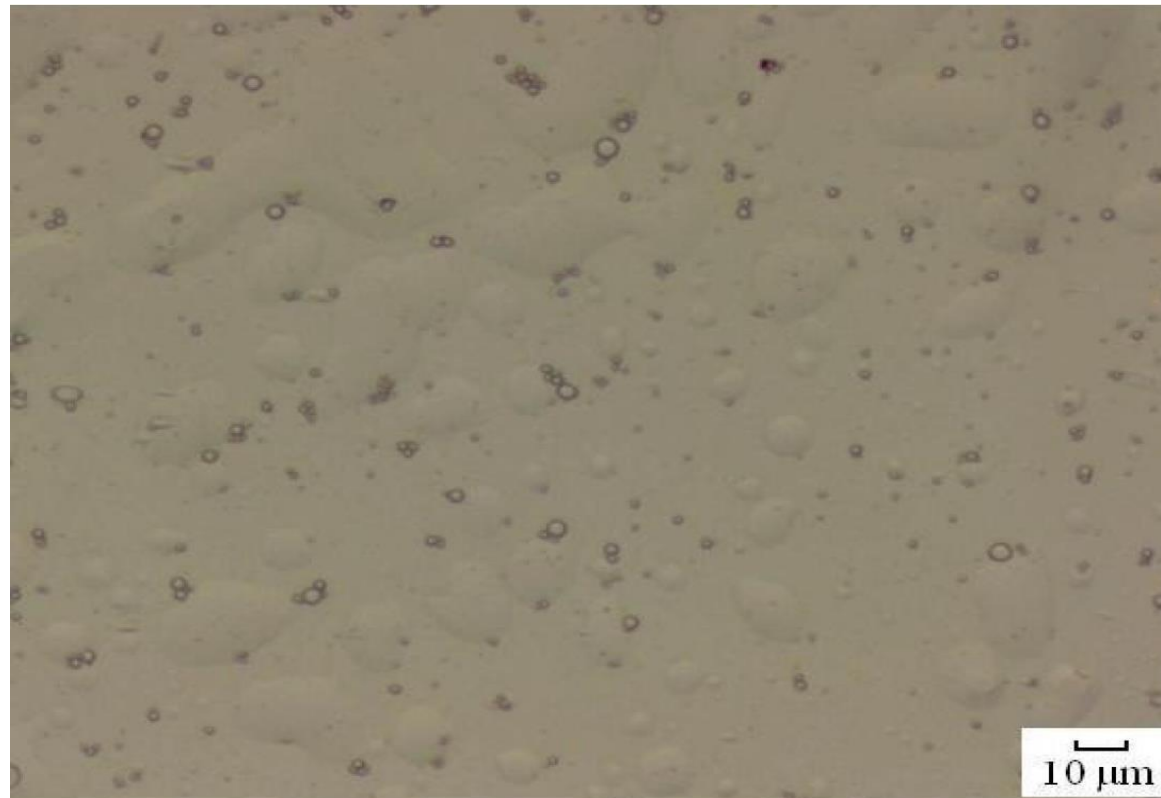
Límpido



Turvo

Água e turbidez

Água dispersa no óleo diesel pode gerar turbidez em função do tamanho das gotículas.



Gotículas de água com diâmetro entre 2 μm e 15 μm (em análise microscópica), resultando em produto turvo.

Água e turbidez

Contaminação com água pode promover problemas de campo



Crescimento microbiológico e formação de borras



Corrosão nos equipamentos



Entupimento de filtros



Prejuízo no funcionamento da bomba injetora ou do bico injetor do motor Diesel

Partículas e turbidez

Partículas opacas refletem, dispersam ou absorvem luz, gerando o aspecto turvo

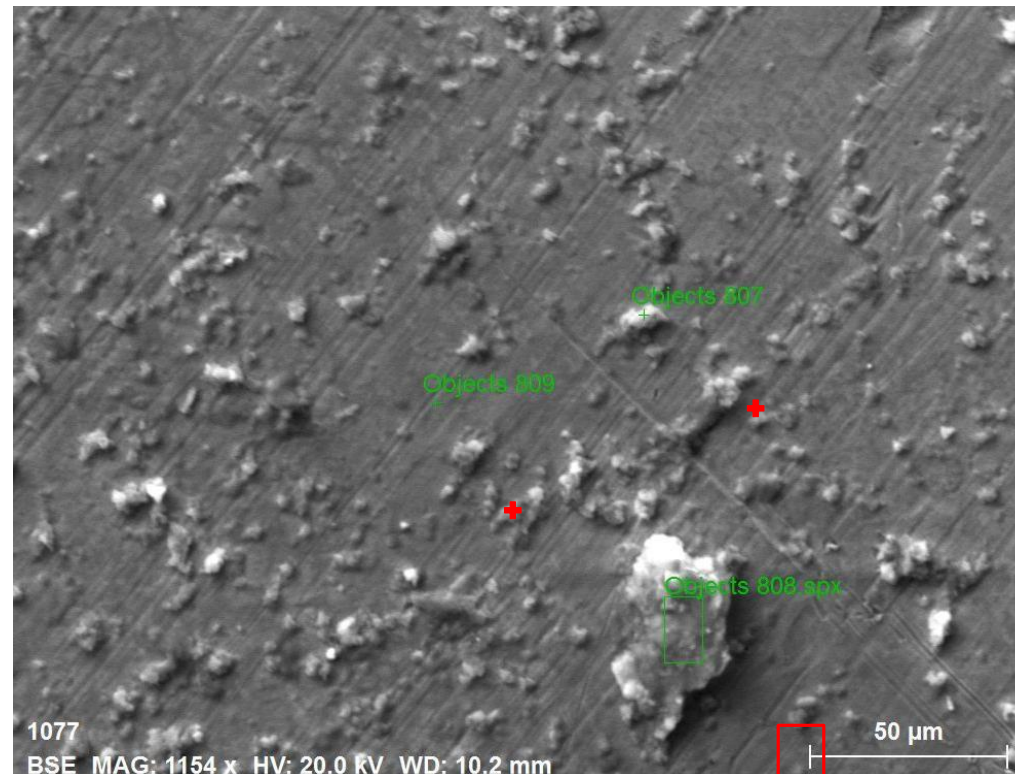
Composição das partículas

- Argila (Al e Si)
- Areia (sílica)
- Produtos de corrosão (óxidos de ferro)
- Parafina (hidrocarbonetos lineares de cadeia longa)
- Sal (NaCl)

A turbidez em função dos particulados é menos frequente do que pela presença de água

Partículas e turbidez

Partículas sólidas, no óleo diesel, podem gerar turbidez.



Partículas de argila e sílica (em análise por raios-X), gerando produto turvo.

Partículas e turbidez

Velocidade de sedimentação - lei de Stokes

$$V = \frac{2}{9} \frac{(\rho_p - \rho_f)}{\mu} g R^2$$

- V - velocidade de sedimentação (m/s)
- ρ_p - massa específica das partículas (kg/m³)
- ρ_f - massa específica do fluido (kg/m³)
- Se $\rho_p > \rho_f$, partícula desce, se $\rho_p < \rho_f$, partícula sobe
- g - aceleração da gravidade (9,81 m/s²)
- μ - viscosidade dinâmica do fluido (kg/m·s)
- R - raio da partícula (m)

Partículas finas

Longo tempo de
precipitação

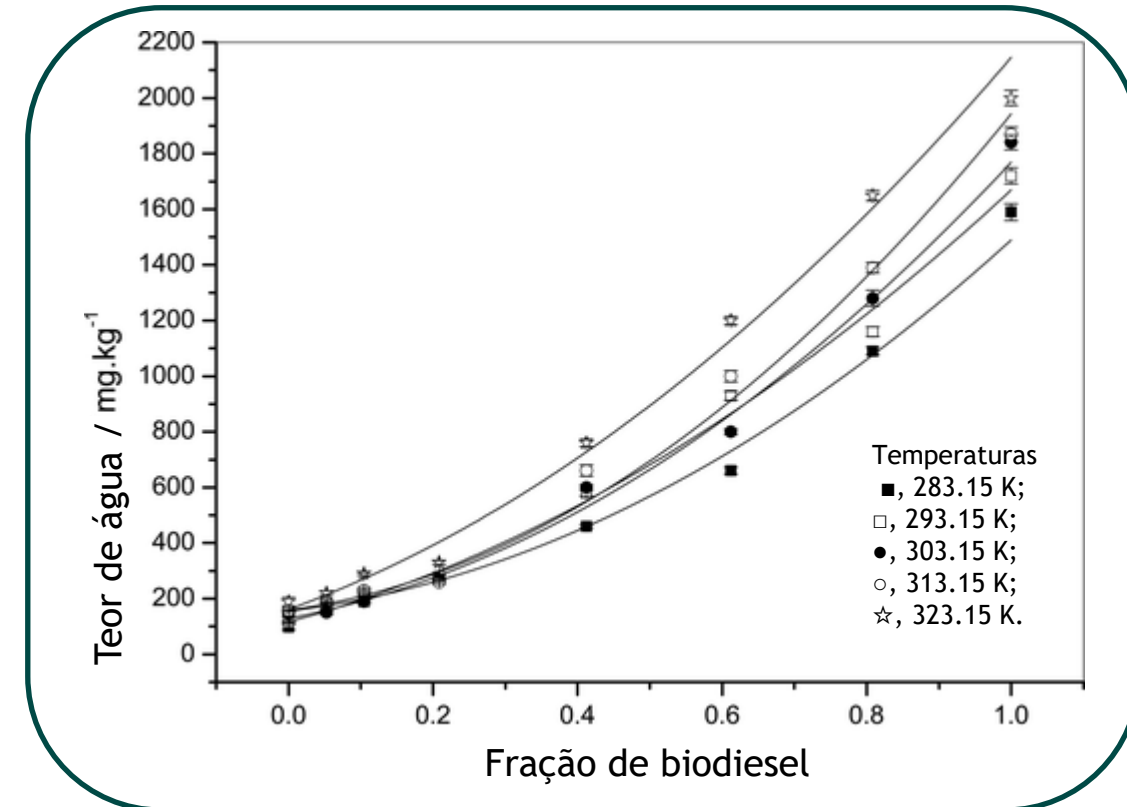
Aspecto turvo

Biodiesel e turbidez

O biodiesel é higroscópico: absorve água naturalmente

A solubilidade da água no biodiesel é maior do que no óleo diesel mineral

Adição de biodiesel ao óleo diesel pode favorecer a incorporação de água



Water Content in Biodiesel, Diesel, and Biodiesel-Diesel Blends

Patricia Bogalhos Lucente Fregolente, Leonardo Vasconcelos Fregolente, and Maria Regina Wolf Maciel

Journal of Chemical & Engineering Data 2012 57 (6), 1817-1821

DOI: 10.1021/je300279c



Legislação

Resolução ANP N° 968/2024

Limites da especificação para o aspecto, teor de água e a contaminação total.

Tabela 1 - Limites da especificação para óleos diesel

Característica	Unidade	Limite		Método	
		Óleos diesel A e C S10 e S500	Óleo diesel B S10 e S500	ABNT/NBR	ASTM/EN
Aspecto	-	Homogêneo, límpido e isento de material particulado		14954	D4176
Teor de água, máx.	mg/kg	200	250	-	D6304, EN ISO12937
Contaminação total, máx	mg/kg	24		-	EN 12662

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, que atenda às especificações estabelecidas no Anexo;

II - 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, e que atenda às especificações estabelecidas no Anexo.

III - óleo diesel B: óleo diesel A, C ou suas misturas, adicionado de biodiesel nos termos estabelecidos pelo Conselho Nacional de Política Energética (CNPE), que atenda às especificações estabelecidas no Anexo; e

Resolução ANP N° 968/2024

*Art. 16. Caso identificadas evidências de **não atendimento à característica aspecto** do óleo diesel, constante da Tabela 1 do Anexo, desde que o produto esteja homogêneo, deverão ser realizadas as seguintes análises complementares:*

*I - **teor de água e contaminação total**, se for verificada **turbidez** na amostra; ou*

*II - **contaminação total**, se for verificada a **presença de material particulado** na amostra.*

*§ 1º O óleo diesel será considerado **fora de especificação** para a característica aspecto caso **pelo menos uma das análises complementares** indicadas nos incisos I e II apresente resultado **fora dos limites** estabelecidos no Anexo.*

Resolução ANP N° 968/2024

§ 2º No caso do inciso I, a amostra será **considerada conforme** para a característica aspecto somente se os resultados das **duas análises complementares estiverem dentro dos limites** estabelecidos no Anexo.

§ 3º No que se refere ao inciso I, caso a primeira análise complementar realizada apresente resultado não conforme, fica dispensada a realização da segunda análise, sendo a amostra considerada fora de especificação para a característica aspecto.

§ 4º O caput não se aplica no caso de a amostra apresentar **mais de uma fase líquida**, devendo o produto ser considerado heterogêneo e, portanto, **fora de especificação** para a característica aspecto.



Cuidados para evitar a turbidez

—

Água zero

Drenagem dos tanques

Antes do recebimento de novo estoque

Algumas horas depois de receber um novo estoque

Imediatamente antes de iniciar o bombeamento do combustível

Diariamente pela manhã

Quando não houver movimentação por mais de sete dias

Aumento da frequência, dependendo de umidade e chuvas

Avaliação do produto drenado para verificar a presença de água livre, borra, resíduos microbiológicos ou de degradação do combustível. (RANP N° 968/2024 - Art. 21)

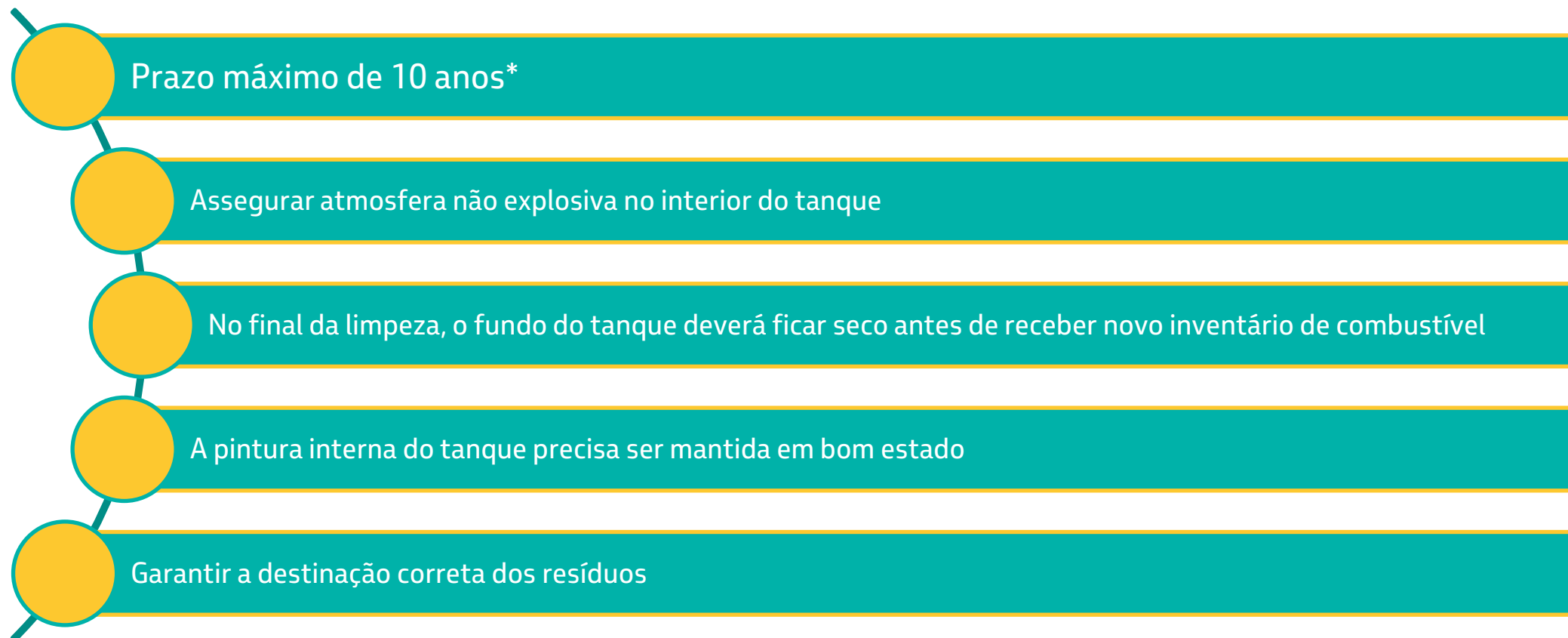
Cuidados no armazenamento para evitar a contaminação com água

- **Instalar os tanques com uma inclinação** que permita a verificação e a drenagem periódica da água.
- Dotar os tanques aéreos de válvulas que **facilitem a operação de drenagem**.
- Verificar se os **vents instalados estão selados** adequadamente.
- Antes do abastecimento, garantir que os tanques estão **isentos de água**.
- **Não usar tanque vertical de teto flutuante**. Esta prática favorece a entrada de água, nos períodos de chuva.
- Priorizar a utilização de **filtros coalescedores e micrônicos**.
- **Drenar diariamente** a água do filtro coalescedor.

Cuidados no armazenamento para evitar contaminantes sólidos

- Evitar a utilização de visor de nível externo ao tanque exposto à luz solar.
- **Proteger** os tanques aéreos da **exposição direta da luz solar**.
- **Não deixar o óleo diesel exposto a temperaturas elevadas**, acima da temperatura ambiente.
- **Manter os tanques** de armazenamento e dos equipamentos e veículos, que não serão usados por longos períodos, preferencialmente **na capacidade máxima permitida** para minimizar a presença de oxigênio e vapor d'água.
- **Não utilizar linhas, válvulas, conexões e filtros de cobre, zinco, bronze ou latão**. O contato do óleo diesel com esses metais e suas ligas acelera o processo de degradação.
- **Analisar, frequentemente**, amostra de seu combustível para verificar sua qualidade, bem como a presença de microorganismos e contaminantes.
- Garantir a limpeza de tubulações e dutos

Limpeza de tanques



*Exceto caso seja detectada no produto drenado a presença de água livre, borra, resíduos microbiológicos ou de degradação do combustível que não seja eliminada no processo de drenagem. (RANP Nº 968/2024 - Art. 21)

Limpeza de tanques



Contaminação aceitável na fase aquosa: < 100.000 UFC/mL

Contaminação aceitável na fase oleosa: < 10 UFC/mL

UFC: unidades formadoras de colônia

*Exceto caso seja detectada no produto drenado a presença de água livre, borra, resíduos microbiológicos ou de degradação do combustível que não seja eliminada no processo de drenagem. (RANP Nº 968/2024 - Art. 21)

Limpeza de tanques - monitoramento da fase oleosa

Nível de contaminação ACEITÁVEL no combustível: $< 10^1$ UFC/mL

- Dar continuidade à rotina de monitoramento;
- Reduzir a frequência de monitoramento, caso sucessivos resultados forem aceitáveis;
- Drenar o tanque, caso a presença de água seja detectada;
- Caso a água drenada apresente concentração de micro-organismos entre 10^3 e 10^5 UFC, ou superior, aumentar a frequência de monitoramento.



$< 10^1$ UFC/mL
Aceitável

Nível de contaminação ALERTA no combustível: 10^1 a 10^2 UFC/mL

- Aumentar a frequência e efetividade da drenagem de água, se possível, remover a interface água-óleo também;
- Melhorar o protocolo de decantação do combustível;
- Reanalisar em um mês;
- Continuar a rotina de monitoramento, aumentando a frequência, caso sucessivos resultados sejam inaceitáveis;
- Caso a água drenada esteja com níveis de contaminação aceitáveis, suspeitar da qualidade do combustível que está sendo recebido;
- Se a água drenada apresentar concentração de micro-organismos entre 10^3 e 10^5 UFC ou superior, aumentar a frequência de monitoramento.



10^1 a 10^2 UFC/mL
Alerta

Nível de contaminação no combustível que exige AÇÃO: $> 10^2$ UFC/mL

Reanalisar as amostras imediatamente e implementar as seguintes ações, caso o nível de concentração seja confirmado:

- Investigar a qualidade do combustível recebido, armazenado e expedido;
- Planejar a limpeza do sistema, caso haja risco de a qualidade do combustível ser afetada;
- Paralelamente, aumentar a frequência e efetividade da drenagem de água, se possível remover a interface água-óleo também;
- Melhorar o protocolo de decantação do combustível;
- Reanalisar após a limpeza do sistema, para avaliação da sua efetividade;
- Continuar a rotina de monitoramento, aumentando a sua frequência.



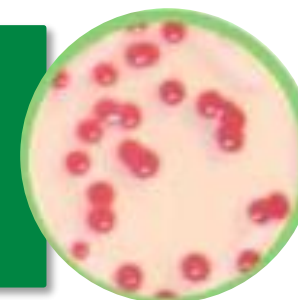
$> 10^2$ UFC/mL
Ação

Monitoramento microbiológico na fase oleosa de tanque de estocagem
(adaptado de ABNT NBR 16732:2019).

Limpeza de tanques - monitoramento da fase aquosa

Nível de contaminação ACEITÁVEL na fase aquosa: $\leq 10^5$ UFC/mL

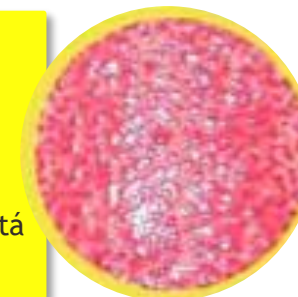
- Continuar a rotina de monitoramento;
- Se a fase aquosa for encontrada, drenar;
- Se a fase aquosa estiver contaminada, ($\geq 10^5$ UFC/mL), aumentar a frequência de monitoramento;



$< 10^5$ UFC/mL
Aceitável

Nível de contaminação ALERTA na fase aquosa: 10^5 a 10^6 UFC/mL

- Melhorar a frequência de drenagem e, se possível, remover o lodo formado na interface;
- Refazer o monitoramento em um mês;
- Se a fase aquosa testada estiver contaminada, ($\geq 10^5$ a 10^6 UFC/mL), suspeitar que o combustível está chegando contaminado;



10^5 a 10^6 UFC/mL
Alerta

Nível de contaminação na fase aquosa que exige AÇÃO: $> 10^6$ UFC/mL

Refazer o monitoramento e tomar as seguintes ações:

- Investigar a qualidade do combustível, retirando amostras do meio do tanque;
- Planejar a limpeza do sistema e a remoção de lodo;
- Aumentar a frequência e efetividade da drenagem de água e do monitoramento;



$> 10^6$ UFC/mL
Ação

Monitoramento microbiológico na fase aquosa de tanque de estocagem (adaptado de ABNT NBR 16732:2019).

Boas práticas de manuseio e estocagem

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.

Não existe um “prazo de validade” para o óleo diesel

Informações complementares

- Manual Técnico do Óleo Diesel – [Assistência Técnica: estamos aqui pra te ajudar | Petrobras](#)
- Cartilha AEA – <https://aea.org.br/inicio/publicacoes-tecnicas>.
- Cartilha ANP – <https://www.gov.br/anp/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/cartilhas-e-guias/arg/manuseio-armazenamento-oleo-diesel-b.pdf>
- ABNT NBR 16732:2019 – Combustíveis líquidos e sistemas associados – Requisitos para prevenção, monitoramento e controle de contaminação microbiana

