

# O Processo de Oxidação do Diesel e a Formação da Borra Química

Autor: Gilles Laurent Grimberg

Outubro - 2025

## Resumo Executivo

O óleo diesel, mesmo quando livre de contaminação externa, possui uma vida útil limitada devido a um processo de degradação natural conhecido como oxidação. Esta reação química é responsável pela formação de borras e sedimentos, conhecidos como borra química ou oxidativa, que podem entupir filtros, danificar sistemas de injeção e comprometer a performance do motor. Este artigo técnico detalha o mecanismo da oxidação do diesel, os fatores que aceleram e as consequências da formação da borra química para os equipamentos.

## 1. O Que é a Oxidação do Diesel?

A oxidação é uma reação química que ocorre quando os hidrocarbonetos que compõem o óleo diesel entram em contato com o oxigênio do ar. Durante essa reação, as moléculas de hidrocarbonetos instáveis reagem com o oxigênio, iniciando uma cadeia de reações que resulta na formação de novos compostos, mais pesados e insolúveis.

Esses subprodutos da oxidação incluem:

- Gomas e Vernizes: Compostos pegajosos que se depositam nas superfícies do sistema de combustível.
- Ácidos Orgânicos: Substâncias corrosivas que atacam os componentes metálicos do tanque e do sistema de injeção.
- Sedimentos e Particulados (Borra): Aglomerados de moléculas oxidadas que se tornam insolúveis no combustível e precipitam, formando a borra química.

Este processo é inerente ao combustível, mas sua velocidade pode variar drasticamente dependendo de certas condições.

## 2. A Influência do Biodiesel

A introdução do biodiesel na mistura do diesel comercial (formando o diesel BX, como o B14 atual) trouxe benefícios ambientais, mas também tornou o combustível mais suscetível à oxidação. O biodiesel é um éster, e sua estrutura molecular possui pontos mais reativos ao oxigênio em comparação com os hidrocarbonetos de origem fóssil. Portanto, o diesel com biodiesel tende a oxidar mais rapidamente do que o diesel puro.

### 3. Fatores que Aceleram a Oxidação

Diversos fatores podem acelerar o processo de degradação do diesel, reduzindo sua estabilidade e vida útil.

- Temperatura: O calor é o principal catalisador da oxidação. A regra geral é que a cada 10°C de aumento na temperatura, a velocidade da reação de oxidação praticamente dobra. O armazenamento de combustível sob luz solar direta ou a recirculação de combustível aquecido pelo motor de volta ao tanque acelera significativamente a degradação.
- Presença de Água: A água, embora não participe diretamente da reação de oxidação, atua como um catalisador e promove a formação de ácidos, intensificando a corrosão e a degradação geral do combustível.
- Contato com Metais: Certos metais, como cobre e latão (presentes em algumas tubulações e componentes), atuam como catalisadores metálicos, acelerando a reação de oxidação. A ferrugem (óxido de ferro) do tanque também contribui para o processo.
- Exposição ao Oxigênio: O contato contínuo com o ar fornece o oxigênio necessário para a reação. Tanques com grande espaço vazio (parcialmente cheios) e sistemas de respiro abertos aumentam essa exposição.

| Fator Catalisador               | Efeito no Processo de Oxidação                        |
|---------------------------------|---|
| Alta Temperatura                | Acelera drasticamente a velocidade da reação química. |
| Presença de Água                | Promove a formação de ácidos e atua como catalisador. |
| Metais (Cobre, Latão, Ferrugem) | Atuam como catalisadores, acelerando a reação.        |
| Exposição ao Oxigênio           | Fornece o reagente essencial para a oxidação.         |

Tabela 1: Principais fatores que aceleram a oxidação do diesel.

### 4. Consequências da Borra Química

A formação da borra química e de outros subprodutos da oxidação tem um impacto direto e prejudicial em todo o sistema de combustível, desde o tanque de armazenamento até o motor.

### 4.1. Entupimento de Filtros

Esta é a consequência mais imediata e visível. As partículas de borra são retidas pelos filtros de combustível, causando sua saturação prematura e entupimento. Isso restringe o fluxo de combustível para o motor, resultando em perda de potência, falhas e, eventualmente, a parada do motor. A necessidade de trocas de filtro mais frequentes aumenta os custos de manutenção e o tempo de inatividade do equipamento.

### 4.2. Danos ao Sistema de Injeção

Partículas menores que conseguem passar pelos filtros podem chegar aos componentes de alta precisão do sistema de injeção, como a bomba de alta pressão e os bicos injetores. A natureza abrasiva e pegajosa da borra pode causar:

- Desgaste Abrasivo: Danifica as superfícies internas dos componentes.
- Entupimento dos Bicos Injetores: Bloqueia os micro-orifícios, prejudicando a pulverização do combustível e a eficiência da combustão.
- Depósitos em Válvulas e Pistões: As gomas e vernizes podem se depositar nos componentes internos do motor, afetando seu funcionamento.

### 4.3. Corrosão

A formação de ácidos orgânicos como subproduto da oxidação leva à corrosão de tanques, tubulações e componentes do sistema de injeção, fragilizando a infraestrutura e introduzindo partículas de ferrugem no combustível, o que agrava ainda mais o problema.

## 5. Prevenção e Mitigação

Controlar a oxidação do diesel envolve a gestão dos fatores que a aceleram:

- Controle de Temperatura: Armazenar o combustível em locais frescos e protegidos da luz solar.
- Controle de Água: Implementar rotinas de drenagem para remover a água livre do fundo dos tanques.
- Uso de Tratamentos Químicos: Adicionar ao combustível estabilizantes e antioxidantes. Esses aditivos atuam interrompendo a cadeia de reações de oxidação, preservando a integridade química do combustível por muito mais tempo.
- Gestão de Estoque: Utilizar o princípio FIFO (First-In, First-Out) para garantir a rotatividade do combustível e evitar o armazenamento prolongado.

### 6. Conclusão

A oxidação é um processo de degradação química inevitável que afeta a estabilidade e a qualidade do óleo diesel. A formação da borra química resultante deste processo é uma das principais causas de problemas operacionais em motores modernos, levando ao entupimento de filtros e danos caros ao sistema de injeção. Compreender os fatores que aceleram a oxidação — como calor, água e a presença de metais — e adotar medidas preventivas, como o uso de aditivos antioxidantes e uma gestão de armazenamento adequada, são práticas essenciais para garantir a confiabilidade e a eficiência de qualquer operação que dependa do óleo diesel.