

Revista Eletrônica

**TAPERÁ**  
AERODESIGN






Volume 5 – Número 1 - 2025

# **Análise de Falha em Eixos de Transmissão Automotiva: Um Estudo Abrangente sobre o Impacto de Torções Repetitivas e Cargas Súbitas**

**João Vitor Landmann Pricoli**  
**[joao.pricoli@aluno.ifsp.edu.br](mailto:joao.pricoli@aluno.ifsp.edu.br)**



# Introdução

-  Sobre o que vamos falar?
-  O que é um eixo de transmissão.
-  Fatores que podem causar ou facilitar o acontecimento de falhas nos eixos de transmissão.
-  Métodos de investigação de falhas.
-  Métodos de prevenção de falhas.



# O que é um Eixo de Transmissão?






O eixo de transmissão é um componente automotivo essencial que transfere o torque da caixa de câmbio para o diferencial e as rodas, convertendo a força do motor em movimento.

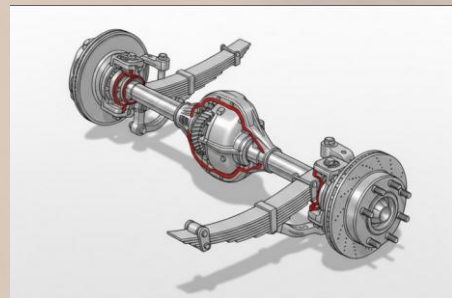
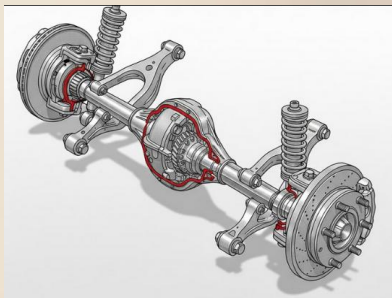
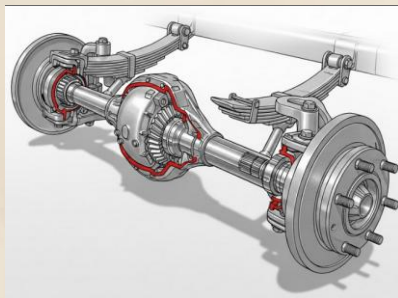


Abordaremos 3 tipos de eixos de transmissão, eixo inteiriço, eixo bipartido e eixo deslizando.



# Tipos de Eixos

-  Eixo inteiriço: Tubo sólido simples, usado em entre-eixos curtos. Menos pontos de falha.
-  Eixo bipartido: Dividido para evitar ressonância ("chicoteamento") em veículos longos.
-  Eixo deslizante: Construção telescópica para segurança passiva em colisões.





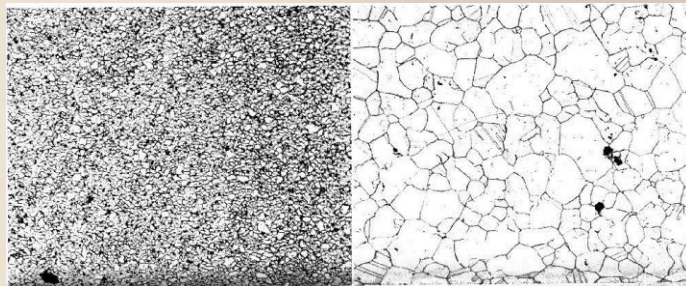
# Metalurgia: Seleção dos Aços

Grau (SAE)	Composição Chave	Características
SAE 4140	Cr, Mo	Alta resistência ao desgaste e boa temperabilidade.
SAE 4340	Cr, Ni, Mo	Alta resistência à fadiga e excelente tenacidade.
SAE 8620	Cr, Ni, Mo	Superfície dura (cementada) com núcleo tenaz.



# Tratamento Térmico

- ✎ O tratamento térmico de metais consiste em alguns processos principais envolvendo aquecimento e resfriamento de metais para que eles atinjam as propriedades desejadas.
- ✎ Esse processo deve ser extremamente preciso e é muito importante para a vida útil da peça.



<https://www.youtube.com/watch?v=SirzBcShiQo>



# Tipos de Falha



Falhas por fadiga são falhas que ocorrem por conta de tensão repetitiva, começam de forma pequena e vão aumentando.



Falhas por sobrecarga são o oposto, acontecem de forma abrupta por conta de eventos de alta energia como impactos.



# Fadiga por Torção



A fadiga costuma ocorrer em 3 estágios

- (I) Nucleação
- (II) Propagação
- (III) Ruptura





O fator de concentração é um ponto extremamente importante de se levar em conta, se a peça tiver uma geometria não adequada, o  $K_t$  será alto, fazendo com que a tensão no ponto seja muito mais alta.

$$K_t = \frac{\sigma_{max}}{\sigma_{nom}}$$









# Metodologias de Análise

-  Existem diversas maneiras de analisar como e porque uma falha ocorreu, mas abordaremos 3 delas nessa apresentação, a análise fractográfica, a análise metalúrgica e a FEA.
-  Falhas podem ser causadas por diversos fatores, e cada um desses métodos tem em mente um aspecto que pode ter causado a falha, por isso é sempre essencial ter em mente que um único método jamais será suficiente para uma análise profunda e bem elaborada, com o intuito de identificar a real causa da falha.

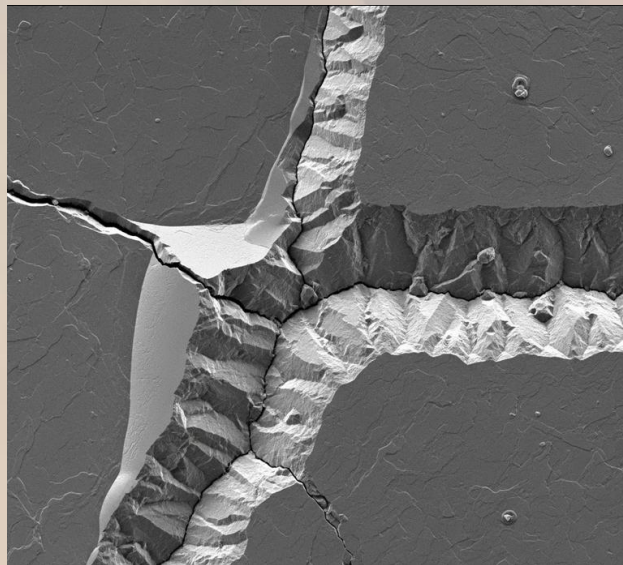


# Análise Fractográfica

-  A análise fractográfica é um passo essencial para o estudo de uma falha, visto que ela “decodifica a história da falha”, ou seja, o modo e mecanismo de fratura, onde a fratura começou e sua propagação através do componente.
-  Podemos dividir ela em 2 partes principais: Fractografia macroscópica e microscópica.
-  Fractografia macroscópica: estuda partes da fratura visíveis a olho nú e pode revelar a origem geral da fratura e seu caminho principal.
-  Fractografia microscópica: estuda partes da fratura não visíveis, geralmente utilizando Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) para identificar mecanismos finos, como estrias de fadiga, micro rupturas, entre outros.



# Análise Fractográfica





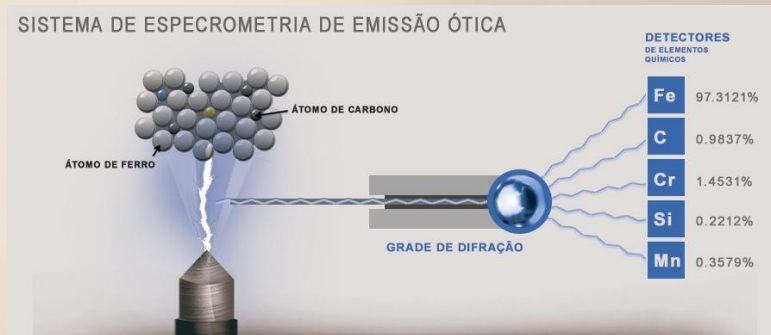
# Análise Metalúrgica



Assim como a análise fractográfica, a análise metalúrgica é essencial para compreender uma falha, pois somente com ela podemos entender quais materiais foram utilizados e como correu o tratamento térmico, dois aspectos essenciais para determinar a razão da fratura.

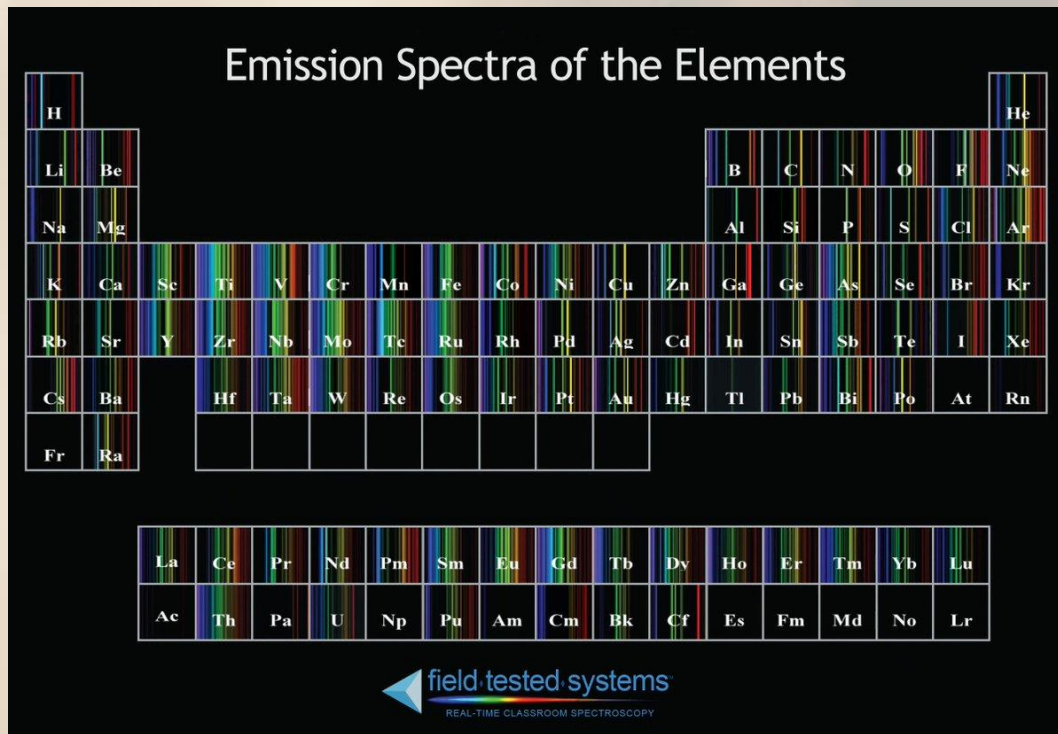


Métodos principais de análise metalúrgica: espectrometria, ensaios de microdureza e análise de microestrutura.








# Emissão de Espectro dos Elementos





# Análise por Elementos Finitos (FEA)

-  A FEA apesar de ser extremamente útil para avaliar falhas, é principalmente importante enquanto o produto é projetado pois pode ajudar a prever as falhas.
-  Durante a fase de projeto, ela é extremamente importante para localizar pontos quentes, onde a tensão é maior por conta do formato e pode aumentar a chance de ter uma falha.
-  Na avaliação de falhas a FEA é muito importante também por ajudar a encontrar falhas mínimas na peça que podem colaborar na causa das falhas.



# Conclusões



Com isso, é possível concluir que a análise de falhas é um processo muito mais complexo do que a aparência superficial sugere. Para se chegar a uma conclusão definitiva e confiável, é indispensável uma abordagem multidisciplinar, cruzando dados de diferentes áreas da engenharia para desvendar a verdadeira origem do problema.



Para a prevenção de falhas os fatores essenciais são: o material, o tratamento térmico, o formato e o acabamento corretos.

**Obrigado Pela Atenção**

