

# BÁSICO EM FRATURA E FADIGA – PARTE I

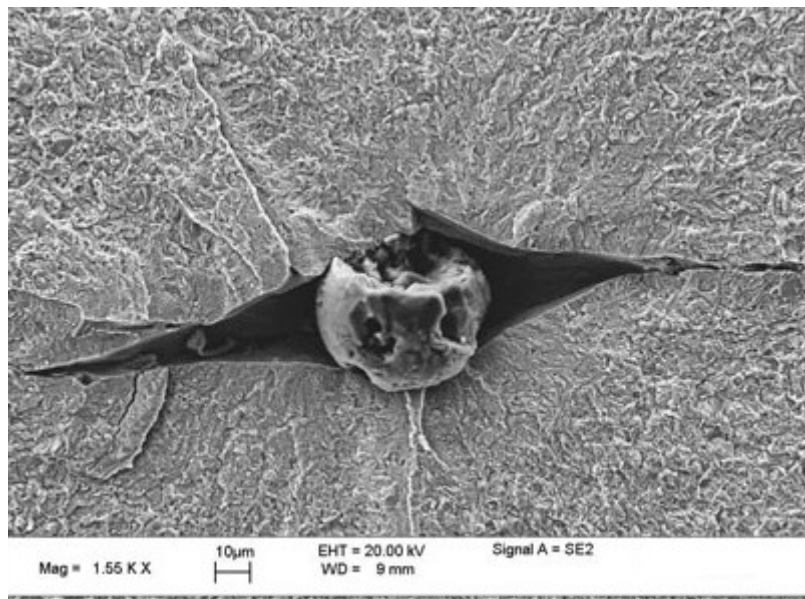
**Metalurgista Industrial**

setembro 2019

[www.metalurgistaindustrial.com.br](http://www.metalurgistaindustrial.com.br)

Na Resenha de Casos Falhas em Ligas Metálicas são relacionados os fatores que contribuem para a falha de um material ou componente. Nessa também é mencionado que os mecanismos de fratura e fadiga são objeto da Engenharia de Metais, os assuntos aqui abordados.

Inicialmente cabe destacar a distinção entre trinca e fratura. Trincas são descontinuidades em corpos sólidos, caracterizadas por processos de iniciação ou nucleação, as quais crescem a partir destes, conduzindo ou não à divisão ou quebra do corpo inicial em duas ou mais partes. Essa quebra em partes é a fratura. Nem todas as trincas, então, resultam em fraturas. Fraturas ocorrem pela propagação instável de trincas, provocada por esforços mecânicos como tensões. Se esses esforços forem cíclicos, consistem no fenômeno denominado fadiga. A seguir um exemplo de uma superfície trincada de uma amostra submetida a esforços cíclicos de dobramento. A causa dessa trinca, ou seja, o processo de sua formação inicial, é uma inclusão esférica com vazio circundante que age como um concentrador de tensão.

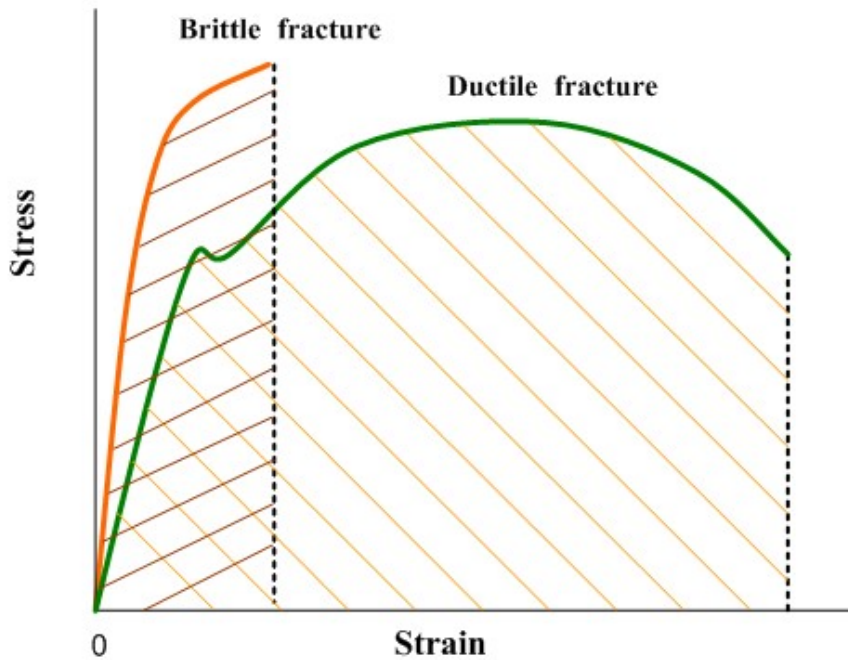


Trincas ocorrem em materiais porque estes não absorvem a energia que lhes é imposta, e eventualmente fraturam. Assim como um objeto cerâmico não resiste à energia de impacto de uma queda ao solo e fratura-se em inúmeros pedaços.

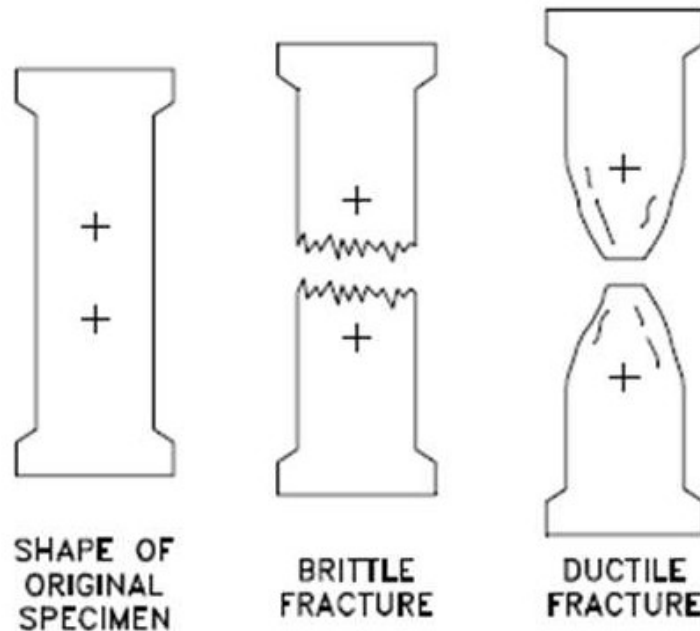
## Tipos de fratura

Fraturas são classificadas segundo sua natureza em dúcteis (*ductile fracture*) e frágeis (*brittle fracture*) baseado na capacidade de um material sofrer deformação plástica. Uma fratura frágil ocorre quando há pouca ou nenhuma deformação plástica. Uma fratura dúctil é caracterizada por uma extensa deformação plástica na vizinhança da trinca em avanço, que prossegue relativamente vagorosamente à medida que o comprimento desta se estende. Esse tipo de trinca é dito estável porque resiste a extensões posteriores a menos que ocorra um aumento na tensão aplicada.

No caso da fratura frágil, as trincas podem progredir muito rapidamente com pouca deformação plástica e mínima absorção de energia. Tais trincas são ditas instáveis, com suas propagações, uma vez que iniciadas, continuando espontaneamente sem aumento da magnitude da tensão aplicada. Esse tipo de fratura ocorre repentinamente e pode provocar eventos catastróficos. A natureza da fratura depende, então, da tenacidade do material como mostrado abaixo. A fratura frágil caracteriza-se por baixos alongamento e redução de área. A fratura dúctil, por sua vez, por médios ou elevados alongamento e redução de área.



A figura a seguir ilustra esses dois tipos de fratura:

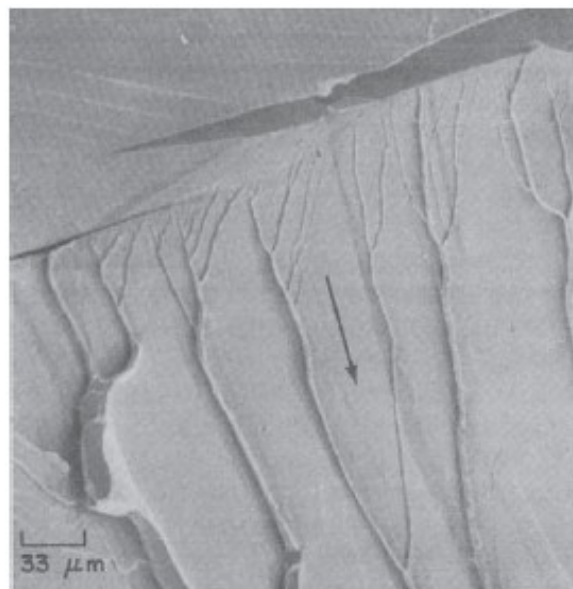
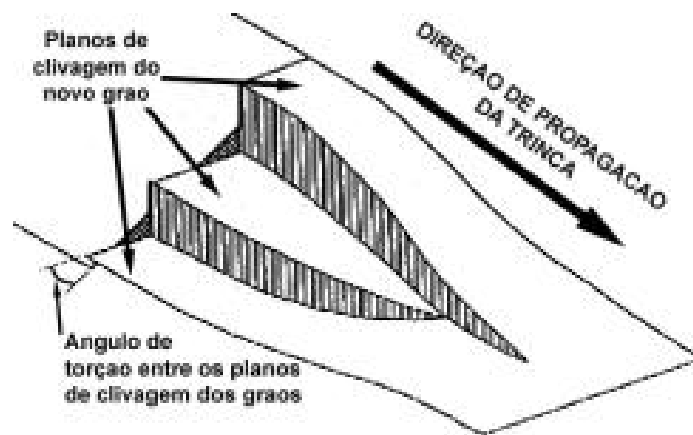


A fratura frágil pode ocorrer em metais com estruturas cúbicas de corpo centrado e hexagonais compactas, mas não em cúbicos de face centrada, a menos que tenha ocorrido fragilização entre contornos de grãos.

## Fratura frágil

A fratura frágil normalmente inicia-se como resultado de clivagem (*cleavage fracture*) que ocorre devido à quebra de ligações atômicas. As fraturas por clivagem são caracterizadas pela presença de facetas que correspondem ao plano cristalográfico. A trinca ocasionada propaga-se em planos paralelos e muda de plano à medida que propaga, provocando o aparecimento de degraus. O acúmulo de degraus resulta em uma morfologia chamada de “marcas de rio” (*river marks*). Outro mecanismo de fraturas frágeis são as trincas intergranulares provocadas por decoesão dos contornos de grãos.

O embasamento teórico da mecânica da fratura deve-se ao eng. aeronáutico inglês Alan Arnold Griffith, a Teoria de Griffith da Fratura Frágil que é aplicável a materiais perfeitamente frágeis como os vidros e não pode ser usada diretamente para os metais. Entretanto, as ideias de Griffith formaram a base do entendimento do fenômeno de fratura dos metais.



## Fratura dúctil

Na maioria dos metais dúcteis, o principal mecanismo de falhas é a ocorrência de nucleação e crescimento de microvazios, que se formam sob concentrações de tensões e são mais frequentemente iniciados por partículas de segundas fases.

Esses microvazios coalescem e crescem até produzir grandes vazios até que a área remanescente se torna insuficiente para suportar a carga e ocorre a fratura. Esse mecanismo é ilustrado a seguir:

