

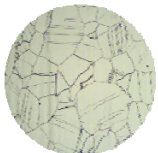
The background of the slide is a grayscale scanning electron microscope (SEM) image of a metal fracture surface. The image shows a complex, porous, and fibrous structure, characteristic of a ductile fracture process. The surface is highly textured with various sized voids and interconnected ligaments, creating a rough, irregular appearance. The lighting highlights the three-dimensional nature of the fracture, with some areas appearing more prominent than others.

**MATERIALS LIFE:
UMA FERRAMENTA PARA
A ANÁLISE METALÚRGICA
DE FALHAS**

Annelise Zeemann
annelise@materials.life

A ANÁLISE METALÚRGICA DE FALHAS é uma ferramenta poderosa em qualquer **análise de risco** ou **gestão de integridade** de unidades, equipamentos ou estruturas; pois ao sofrer uma falha o material revela danos cuja morfologia indica o mecanismo que o levou a falhar, ou seja **a análise metalúrgica permite expor o tipo de solicitação imposta que excedeu a capacidade do material.**

Não raro é identificar na análise metalúrgica condições totalmente inesperadas associadas à OPERAÇÃO ou à FABRICAÇÃO, muito fora das premissas adotadas em PROJETO, e que dificilmente são consideradas em análises teóricas para investigar a causa raiz, indicando que a análise metalúrgica deve ser realizada antes de serem consideradas as hipóteses de causa raiz, pois ela descarta muitas possibilidades ou, ao contrário, pode ser suficiente para sozinha apontar a causa raiz.



Análise de Risco

antecipação de
possíveis problemas

UMA FALHA QUE NÃO FOI EVITADA PRECISA,
NO MÍNIMO, SER ANALISADA PARA ENTENDER:

1. QUAL FOI SUA CAUSA “RAIZ”?
2. QUAIS OS FATORES CONTRIBUÍRAM PARA QUE OCORRESSE?
3. QUAL É SUA ABRANGÊNCIA ? OU EM QUE CONDIÇÕES SIMILARES (ATUAIS) ELA (AINDA) PODE ACONTECER?
4. DE QUE FORMA SEUS EFEITOS PODEM SER ELIMINADOS OU MINIMIZADOS?

ISTO DEVE SER FEITO PARA EVITAR QUE FALHAS
SIMILARES ACONTEÇAM DE NOVO.

<http://consultoriamd.com.br/blog/md-analise-de-risco-aplicada-em-processos-e-projetos-industriais/>

<http://www.profissionaldeecommerce.com.br/tag/analise-de-risco/>



A ANÁLISE DA **CAUSA RAIZ** PODE SER SIMPLES OU COMPLEXA E PODE ENVOLVER VÁRIAS METODOLOGIAS, ADEQUADAS A DIFERENTES SITUAÇÕES.

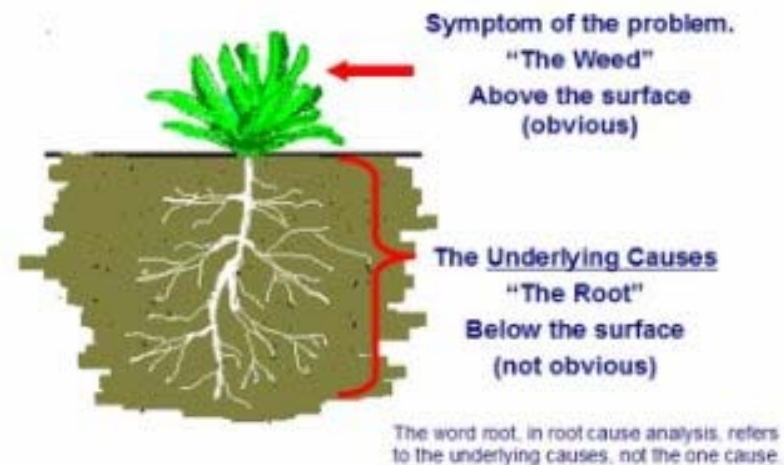
HAZOP
hazard and operability study,
abnormalities in the working environment

PROJETO HAZID
hazard identification
probability and consequences

Tools used for Root Cause Analysis (RCA)

- ✓ 5-Whys Analysis
- ✓ Barrier Analysis
- ✓ Causal Factor Tree Analysis
- ✓ Cause Mapping
- ✓ Cause and Effects Analysis
- ✓ Change Analysis
- ✓ Fault Tree Analysis (FTA)
- ✓ Pareto Analysis(80/20)
- ✓ Failure Mode Effects Analysis (FMEA)

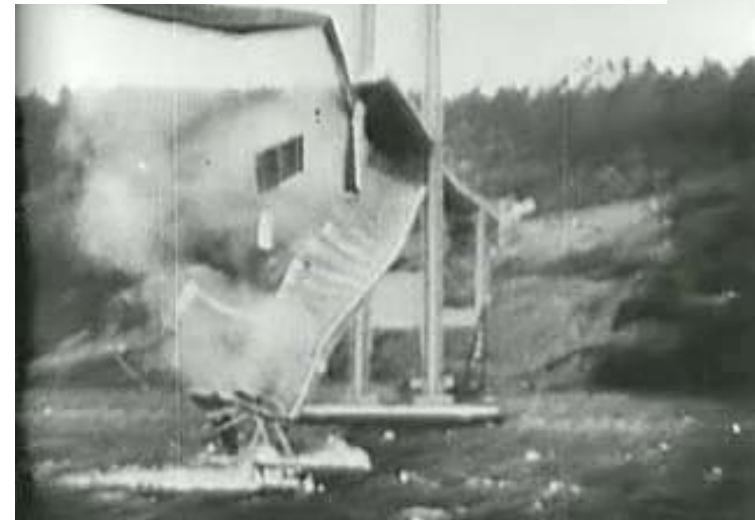
Root Cause Analysis Basics



PODEM EXISTIR TANTOS FATORES QUE CONTRIBUEM PARA QUE UMA FALHA ACONTEÇA, E TANTOS EVENTOS RELACIONADOS OU NÃO À FALHA, QUE MUITAS VEZES FICA DIFÍCIL DEFINIR O QUE É A CAUSA RAIZ.

MOMENTO DA FALHA ...
MECANISMO DE FALHA ...
CAUSA DA FALHA ...

CONSTATAÇÃO PELO USUÁRIO, HISTÓRICO

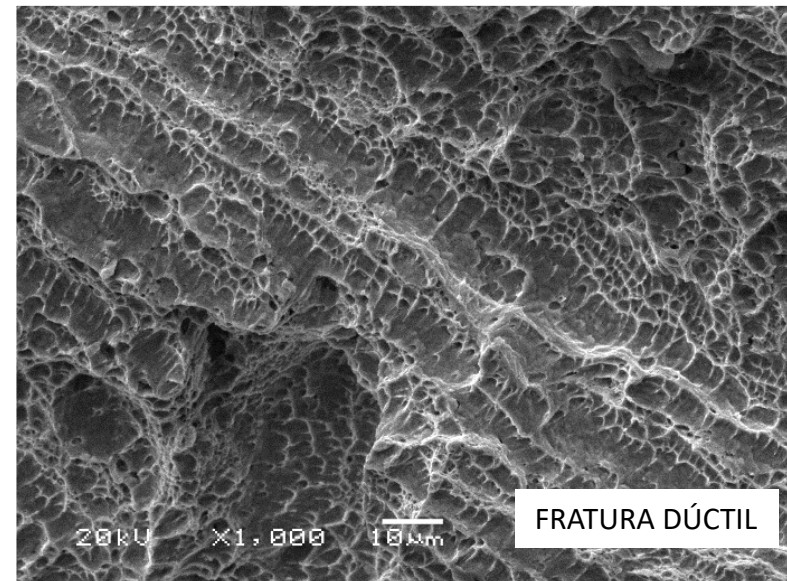


<http://www.materials.unsw.edu.au/tutorials/online-tutorials/1-failure>

ANÁLISE MULTIDISCIPLINAR, ENVOLVENDO O USUÁRIO, O PROJETISTA, CLASSIFICADORAS...

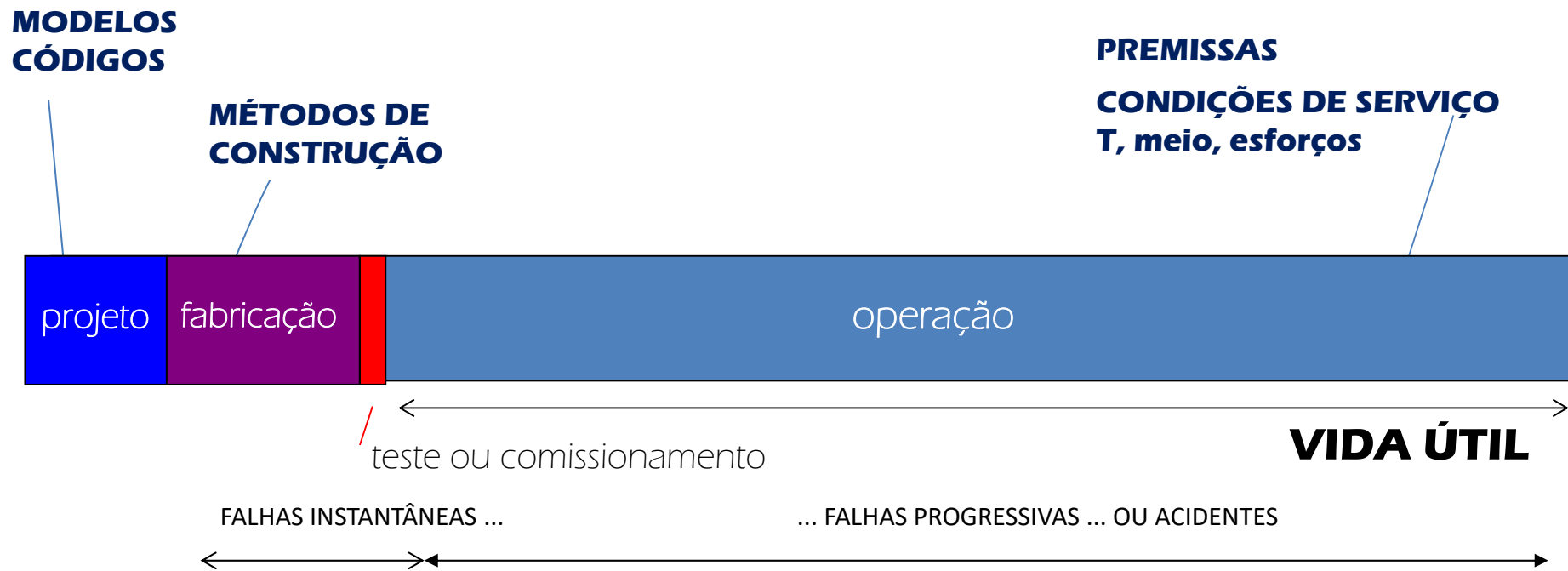


ANÁLISE METALÚRGICA, LAB



Uma FALHA em um equipamento, estrutura, componente, tubulação,
é um **NÃO ATENDIMENTO A UM REQUISITO** de utilização.

Um vazamento em uma válvula, um processo corrosivo em uma tubulação,
o desgaste em uma engrenagem, o trincamento de uma estrutura,
o rompimento de uma mola, ...



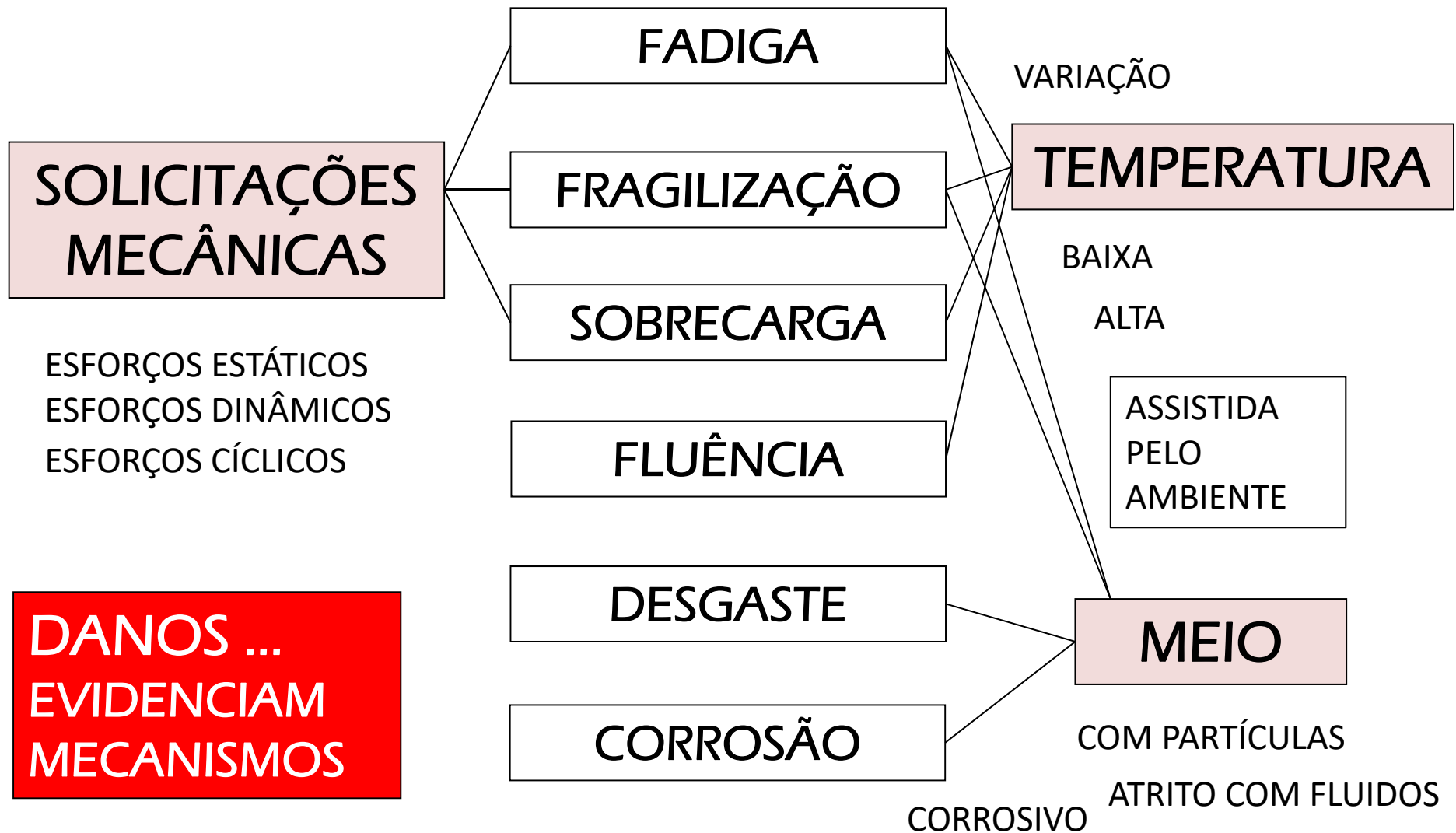
MOMENTO DA FALHA (o equipamento precisa resistir toda a sua vida útil ...)

MECANISMO DE FALHA ...

CAUSA DA FALHA ...

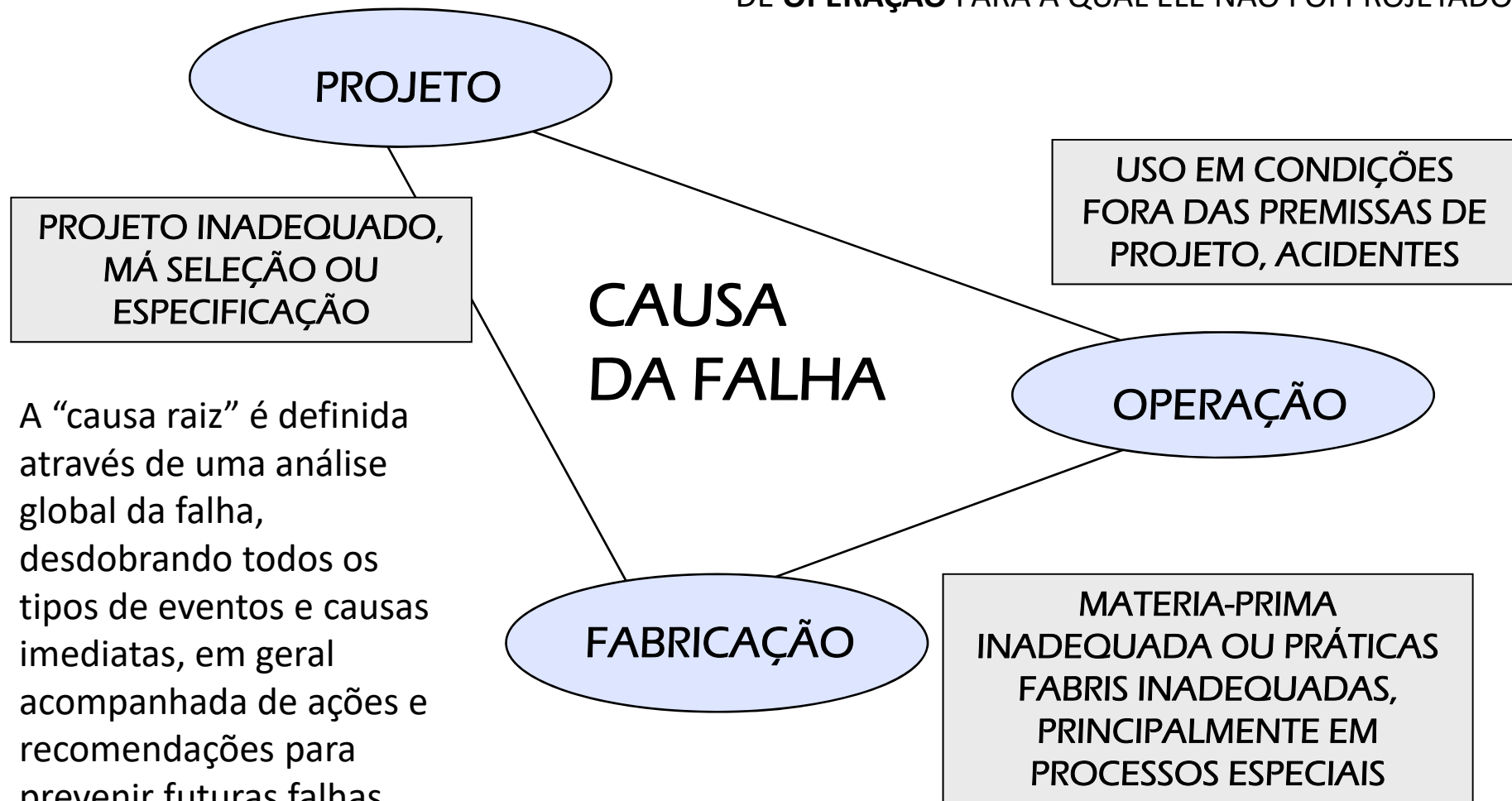
MOMENTO DA FALHA...
CAUSA DA FALHA ...

MECANISMOS DE FALHA



COMO A VISÃO METALÚRGICA APOIA A ANÁLISE DE FALHAS ?

POR QUÊ O MATERIAL NÃO SE COMPORTOU COMO SERIA ESPERADO?
QUAL FOI A CONDIÇÃO QUE O LEVOU A EXCEDER SUA CAPACIDADE?
UMA **SELEÇÃO** INADEQUADA DO MATERIAL PARA A APLICAÇÃO?
UMA **FABRICAÇÃO** INADEQUADA?
UM **TESTE** MAL FEITO?
OU SE FOI IMPOSTA UMA CONDIÇÃO DE **OPERAÇÃO** PARA A QUAL ELE NÃO FOI PROJETADO?



A “causa raiz” é definida através de uma análise global da falha, desdobrando todos os tipos de eventos e causas imediatas, em geral acompanhada de ações e recomendações para prevenir futuras falhas.

CARACTERIZAÇÃO DOS MATERIAIS

1. O QUE É O MATERIAL ?

Ensaio e análises POSSÍVEIS. Análise microestrutural. Análise química e durezas. Ensaio de tração e Charpy V. Ensaio de corrosão.

FÁCIL EXECUÇÃO

2. O QUE DEVERIA SER O MATERIAL PARA ATENDER AOS REQUISITOS ?

Especificação . Tem ?

3. O MATERIAL É O QUE DEVERIA SER ?

Comparativo.

CARACTERIZAÇÃO DOS DANOS

1. QUAL FOI O DANO ?

Análise de informações, visual, MEV, análise microestrutural. Deformou ? rompeu ? trincou ? corroe ? desgastou ?

2. QUAL A PROPRIEDADE FOI EXIGIDA MAS O MATERIAL NÃO TINHA ?

A DEFINIÇÃO DOS ENSAIOS EXIGE QUALIFICAÇÃO

A INTERPRETAÇÃO EXIGE QUALIFICAÇÃO

RESULTADOS OBJETIVOS

INTERPRETAÇÃO

AVALIAÇÃO

A – PORQUE O MATERIAL NÃO É O QUE DEVERIA SER ?

B – SE O MATERIAL É O QUE DEVERIA SER (PELA ESPECIFICAÇÃO) PORQUE NÃO APRESENTOU A PROPRIEDADE QUE FOI EXIGIDA ?

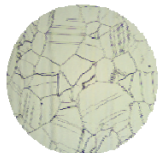
C – O MATERIAL É ADEQUADO À APLICAÇÃO ?

PARA IDENTIFICAR MECANISMOS DE FALHA É IMPORTANTÍSSIMO PRESERVAR O MATERIAL QUE FALHOU DE EFEITOS MECÂNICOS OU DO TEMPO, POIS AMASSAMENTO, CORROSÃO OU IMPREGNAÇÃO PODEM IMPEDIR A ANÁLISE METALÚRGICA.

A ANÁLISE METALÚRGICA DA FALHA PERMITE DETERMINAR OS MECANISMOS DE FALHA, SE FOREM RETIRADAS AMOSTRAS DAS REGIÕES CERTAS E ESTAS FOREM CORRETAMENTE PRESERVADAS. O MATERIAL SEMPRE “REVELA” O QUE SOFREU MAS A INTERPRETAÇÃO DESTES MECANISMOS E A DEFINIÇÃO DAS CAUSAS DA FALHA EXIGEM MUITO MAIS DO QUE ENSAIOS E CARACTERIZAÇÕES METALÚRGICAS. EXIGEM CONHECIMENTO DA OPERAÇÃO E AVALIAÇÃO DOS ESFORÇOS.

O ESTUDO DE FALHAS EM CONDIÇÕES SIMILARES SEMPRE AJUDA NA ANÁLISE E, NO SENTIDO DE SERVIR COMO UMA REFERÊNCIA PARA APOIAR A ANÁLISE METALÚRGICA, O SITE MATERIALS LIFE (www.materials.life) TRAZ DIVERSOS CASES DE FALHAS, ALÉM DE MATERIAIS ÍNTEGROS, SEPARADOS POR CATEGORIAS.

Até dezembro 2017 o site é aberto, bastando se cadastrar. A partir de janeiro 2018 iniciaremos uma assinatura no valor de 3 dólares por mês. Hoje ele roda melhor no Google Chrome e no Firefox e algumas redes corporativas bloqueiam pois ainda não o tornamos um site seguro.



MATERIALS
——.LIFE

MATERIALS ——.LIFE

BETA
0.5

Search by keywords



COMBINE YOUR SEARCH

M

MATERIAL



P

PRODUCT



Ap

APPLICATION



C

CONDITION



Cm

CAPTURE METHOD

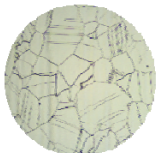


Df

DETAIL FOCUS



Banco de imagens de materiais (por enquanto apenas metálicos), com uma base de procura pelo tipo de liga (M), pelo tipo de produto (P) – por exemplo chapa, tubo, forjado, fundido, solda; pela aplicação (Ap) – por exemplo indústria química, O&G, automobilística; e pela condição (C) – por exemplo um material íntegro (sound) ou se um material que sofreu falha (damage), e segundo qual mecanismo.



MATERIALS
——.LIFE

MATERIALS ——.LIFE

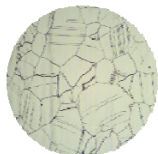
BETA
0.5

Search by keywords



COMBINE YOUR SEARCH

C <input checked="" type="checkbox"/> CONDITION	<input type="checkbox"/> Brittle Behavior >	<input type="checkbox"/> Brittle Behavior
	<input type="checkbox"/> Corrosion >	<input type="checkbox"/> Corrosion Fatigue
	<input type="checkbox"/> Ductile Behavior >	<input type="checkbox"/> Erosion Corrosion
	<input type="checkbox"/> Fabrication Defect >	<input type="checkbox"/> General Corrosion
	<input type="checkbox"/> Fatigue >	<input type="checkbox"/> Intergranular Corrosion
	<input type="checkbox"/> High Temperature >	<input type="checkbox"/> Pitting Corrosion
	<input type="checkbox"/> Hydrogen >	<input type="checkbox"/> Preferential Dissolution
	<input type="checkbox"/> Wear >	<input type="checkbox"/> Stress Corrosion
	<input type="checkbox"/> Damage >	
	<input type="checkbox"/> Sound >	
<input type="checkbox"/> Used >		



MATERIALS
——.LIFE