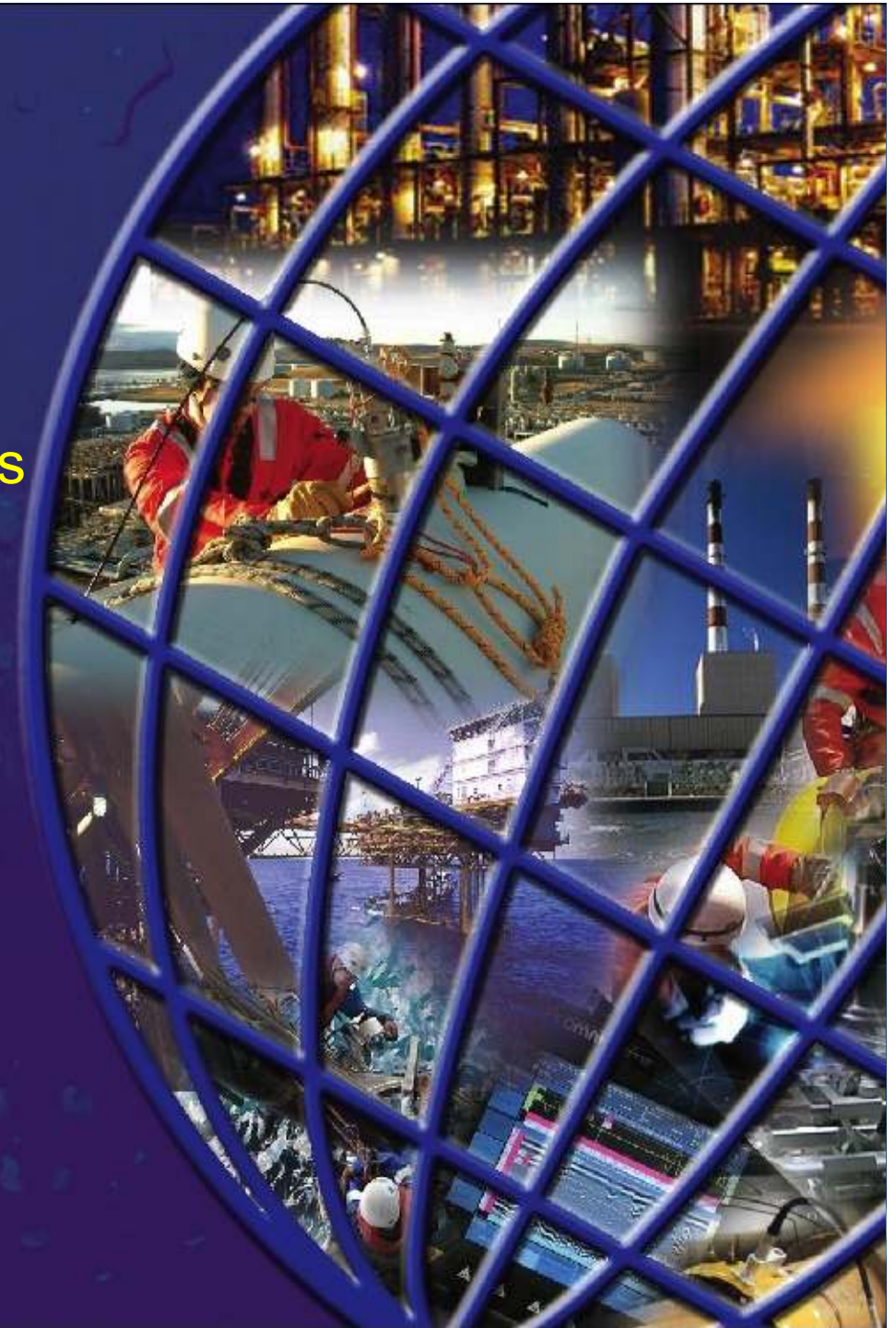


Ensaaios Não Destrutivos

Como seleccionar a técnica mais adequada.

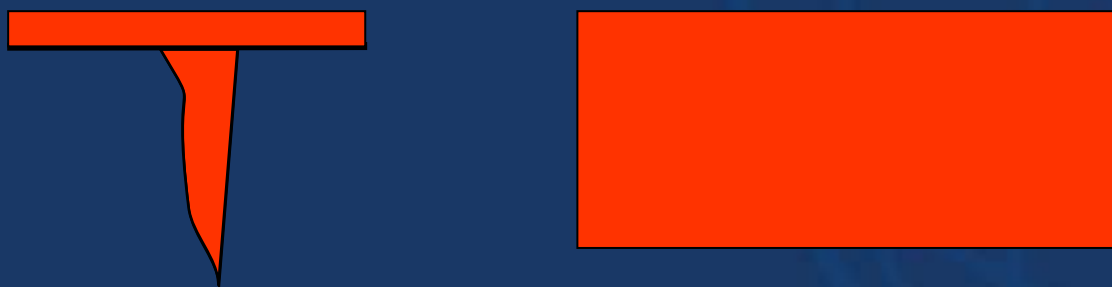
Labmat 7/5/10



Como selecionar a técnica mais adequada ■

Líquidos Penetrantes :

O fluido de penetração é aplicado ao componente e o defeito é preenchido através de ação capilar.



Como selecionar a técnica mais adequada ■

- **Liquidos Penetrantes:**

- Inerte Quimicamente

Níveis máximos de enxofre, halogênios e sódio são especificados

- Solubilidade

- Em temperatura ambiente ou alta o penetrante deve manter a quantidade suficiente de tintura dissolvida.

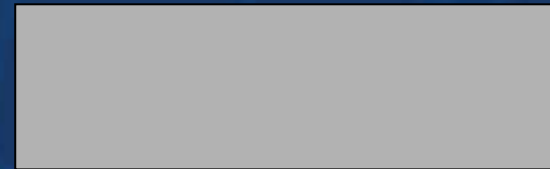
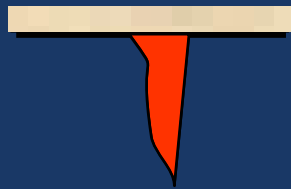
- Habilidade do Solvente

- Deve ser capaz de remover o penetrante do objeto
- Tolerância aos contaminantes
- Danos à saúde, toxicidade, Odor, Contato com a pele
- Disponibilidade e custo

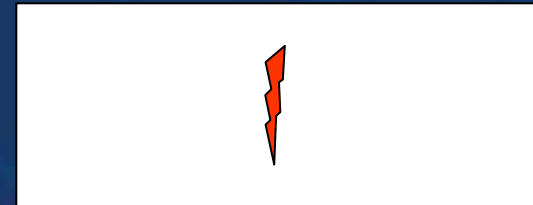
Como selecionar a técnica mais adequada ■

- Líquidos Penetrantes:

- Fluido de penetração removido da superfície do componente (mas não do defeito).



- Penetrante contido no defeito migra para o revelador pela inversão do fenômeno de capilaridade.



Como selecionar a técnica mais adequada ■

- **Liquidos Penetrantes:**

 - Vantagens

 - Aplicáveis a materiais não ferromagnéticos.
 - Capaz de testar grandes áreas com o uso de um kit portátil.
 - Teste em bateladas.
 - Aplicável em partes pequenas, com geometria complexa.
 - Simples, barato e fácil de interpretar.
 - Boa sensibilidade.

Como seleccionar a técnica mais adequada ■

- Líquidos Penetrantes:

 - Desvantagens

 - Irá detectar apenas defeitos abertos para a superfície
 - Cuidados com a preparação da superfície são necessários
 - Não aplicável a materiais porosos
 - Sensível à temperatura
 - Não possibilita a repetição de testes, indefinidamente
 - Compatibilidade de substâncias químicas

Como selecionar a técnica mais adequada ■

- Inspeção de Partícula Magnética:
- Método de inspeção para detecção de descontinuidades superficiais e sub-superficiais em materiais ferromagnéticos
- Campo magnético induzido no componente
- Defeitos atrapalham o fluxo magnético
- Defeitos revelados pela aplicação de partículas ferromagnéticas

Como selecionar a técnica mais adequada ■

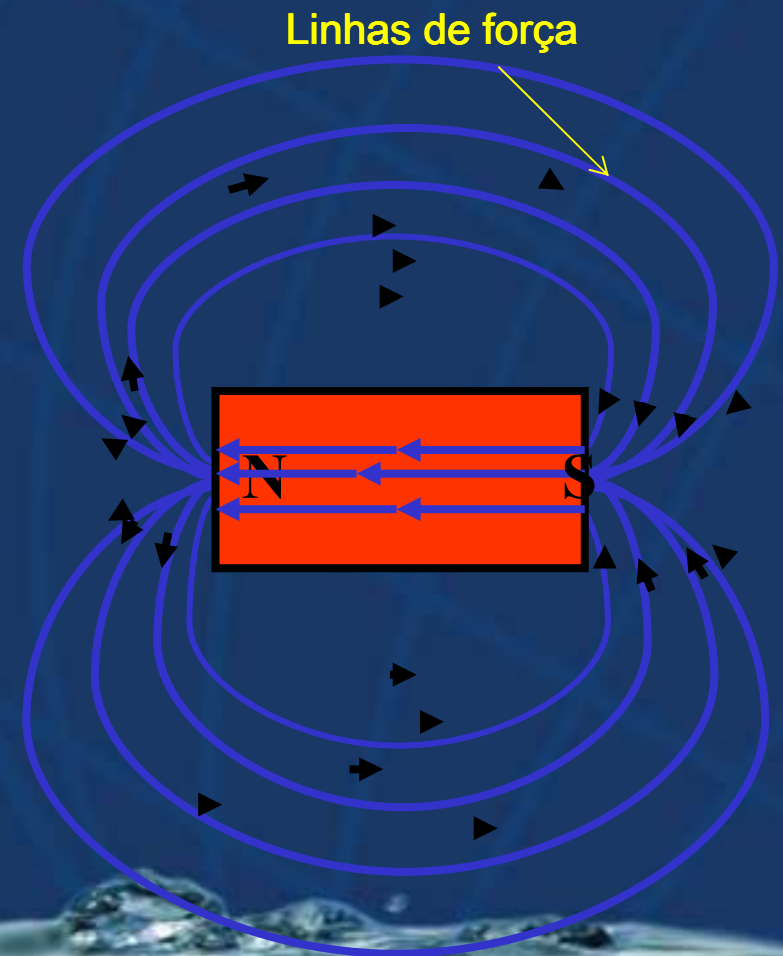
Partículas Magnéticas

Por convenção, elas fluem de Norte para Sul, externamente, e de Sul para Norte, na parte interna.

Formam círculos fechados, nunca se cruzam

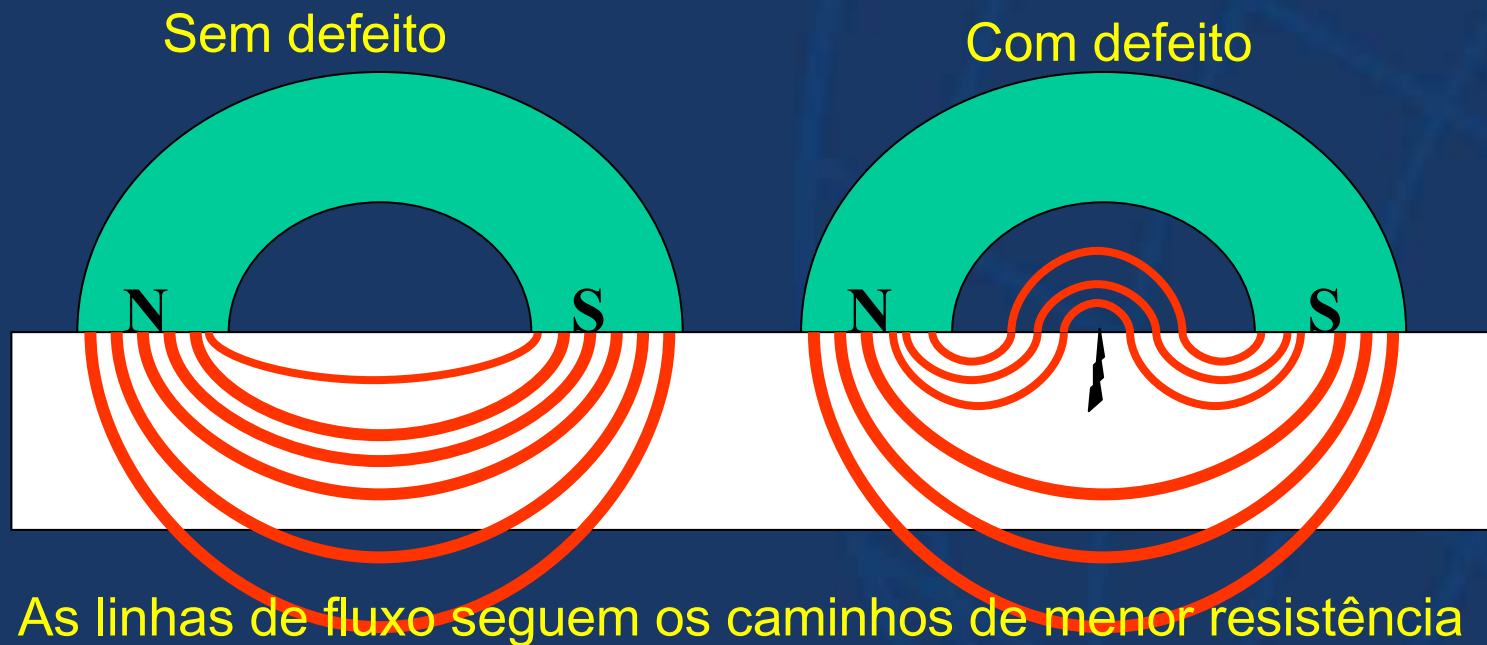
O campo é mais forte onde for mais numerosa.

Segue o caminho de menor resistência



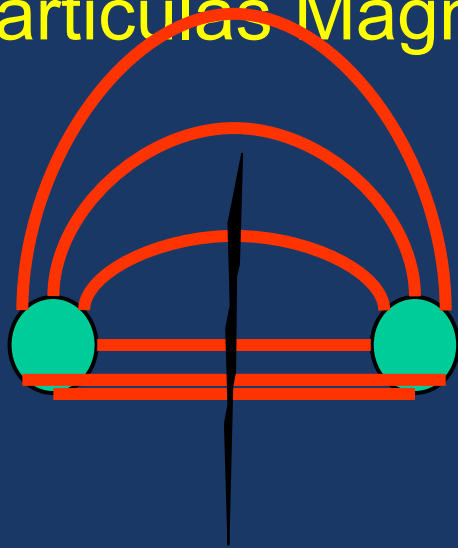
Como selecionar a técnica mais adequada ■

Partículas Magnéticas

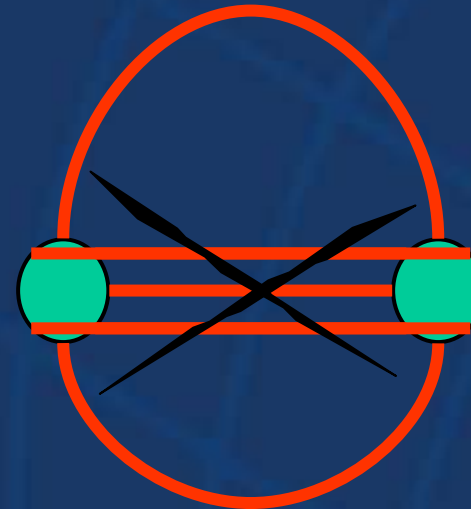


Como selecionar a técnica mais adequada ■

Partículas Magnéticas



Defeito a 90 graus do
fluxo: indicação máxima



<45 Graus do fluxo: Inaceitavel

Como selecionar a técnica mais adequada ■

Partículas Magnéticas



Tabela Comparativa LP x PM

	LP	PM
MATERIAL	X	
PREPARAÇÃO DA SUPERFÍCIE		X
ÁREA DE COBERTURA	X	
GEOMETRIA	X	
TEMPO DE RESPOSTA		X
TEMPERATURA		X
ORIENTAÇÃO DA DESCONTINUIDADE	X	
DETECTABILIDADE		X
SENSIBILIDADE		X
REPETIBILIDADE		X
ENERGIA DISPONÍVEL/VERSATILIDADE	X	
REGISTRO	X	
SAÚDE /SEGURANÇA/MEIO AMBIENTE		X

Como selecionar a técnica mais adequada ■

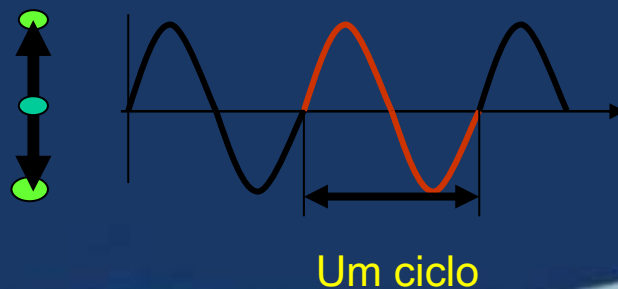
Ultra som

- História
- A primeira inspeção foi o teste Sonoro
- O Efeito Piezo Elétrico é descoberto em 1880/81
- O Ecobatímetro Marinho é desenvolvido em 1912
- Em 1929 Sokolov usa vibrações em metais para encontrar defeitos
- O Tubo de Raios Catódicos é desenvolvido na década 1930
- Sproule faz o primeiro detector de falhas em 1942

Como selecionar a técnica mais adequada ■

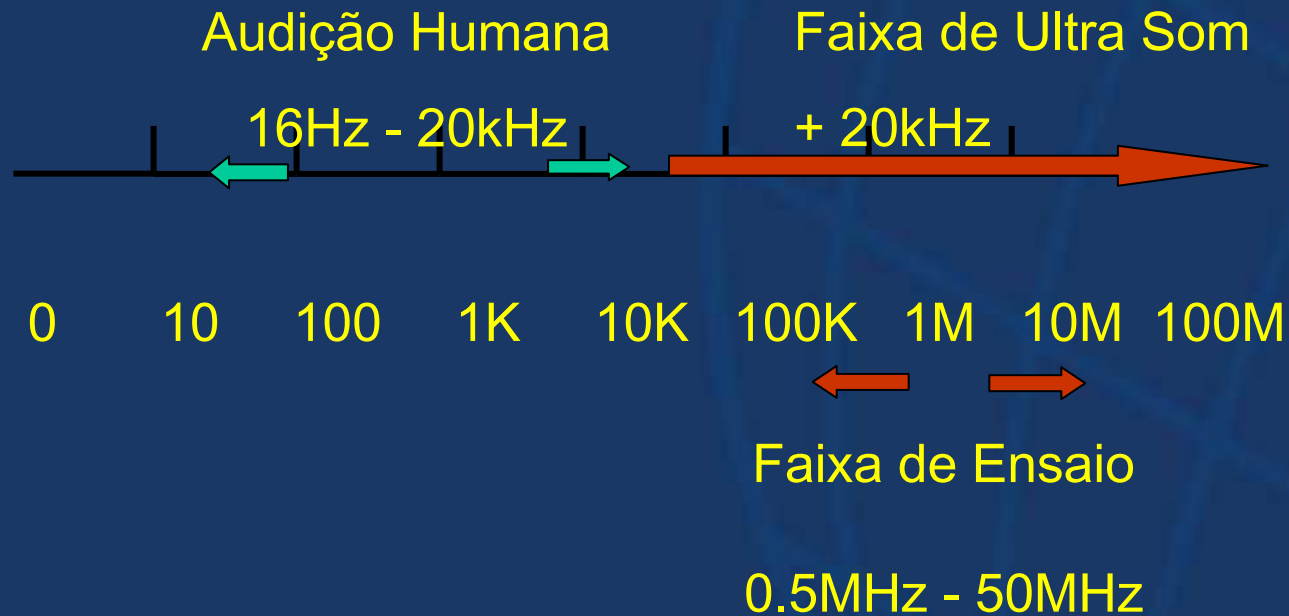
Ultra som

- O que é o som ?
- Uma Vibração Mecânica
- A Vibração cria ondas de pressão
- O som viaja rapidamente nos materiais mais elasticos
- O numero de ondas por segundo é a Frequencia
- A distancia percorrida em um intervalo de tempo é a Velocidade do som
- Ondas sonoras são vibrações das particulas nos solidos, liquidos e gases



Como selecionar a técnica mais adequada ■

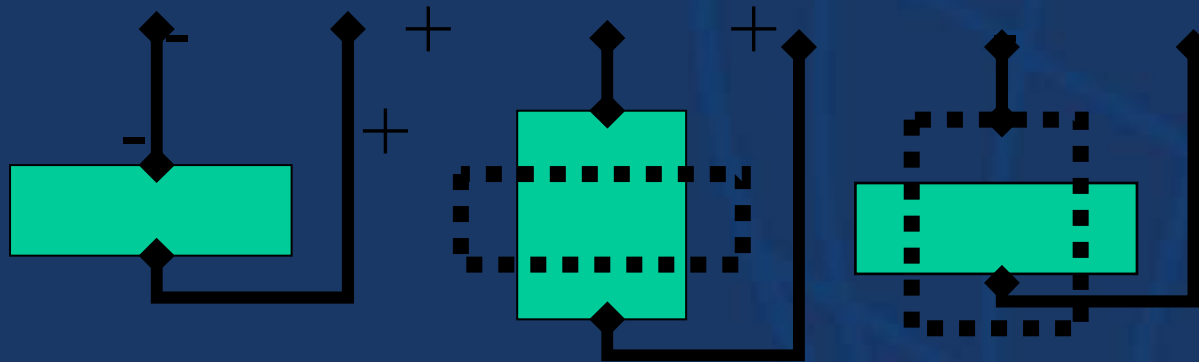
Ultra som



Como seleccionar a técnica mais adequada ■

Ultra som

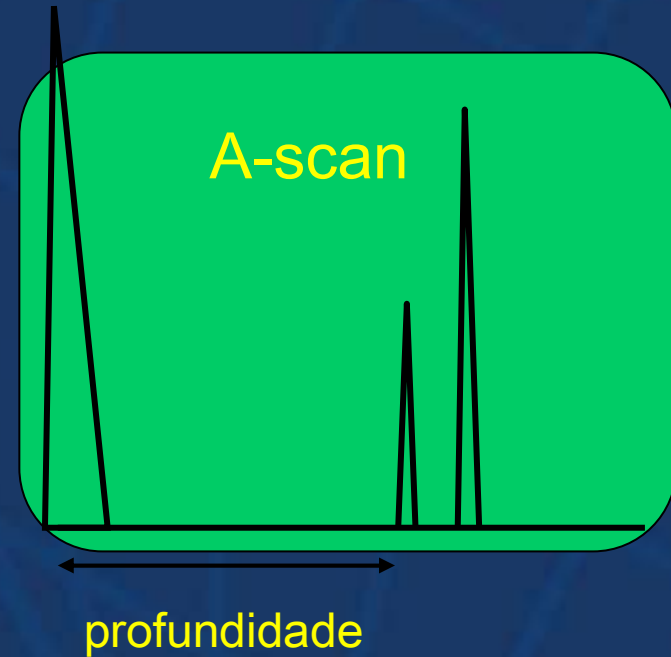
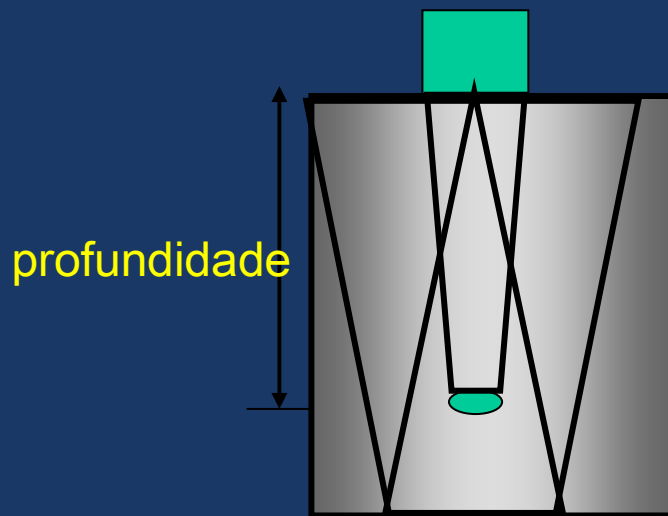
- Efeito Piezoelétrico
- Quando exposto a corrente alternada o cristal expande e se contrai Convertendo energia elétrica em mecânica



Como selecionar a técnica mais adequada ■

Ultra som

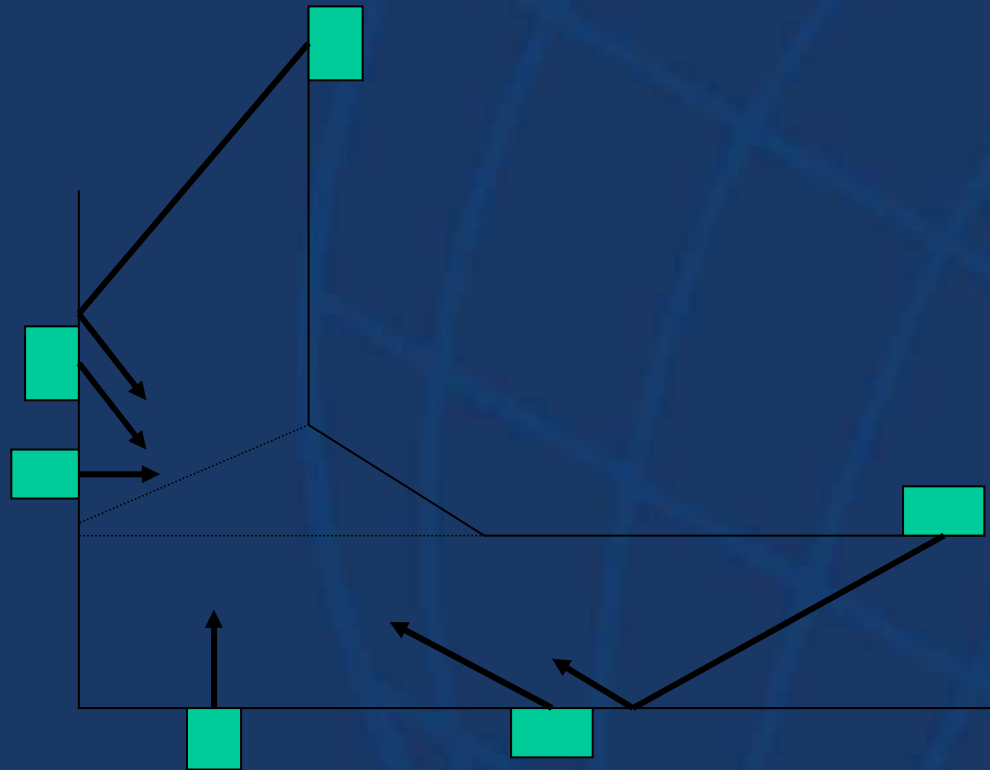
Transdutor de 0°



Como selecionar a técnica mais adequada ■

Ultra som

Técnicas de varredura

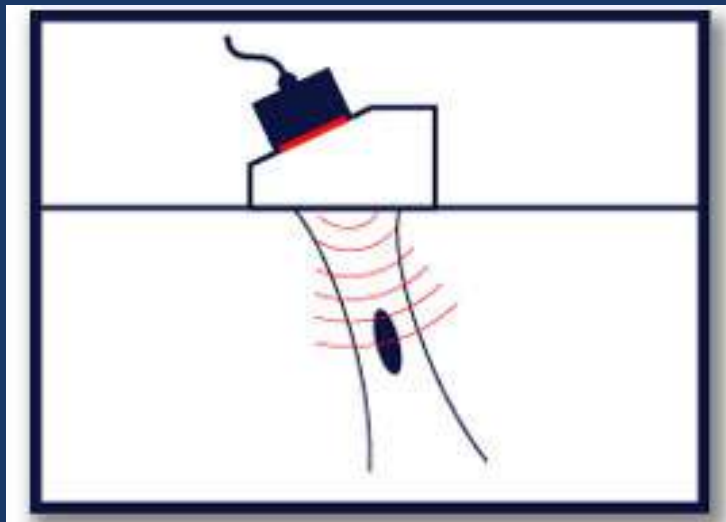


Como selecionar a técnica mais adequada ■

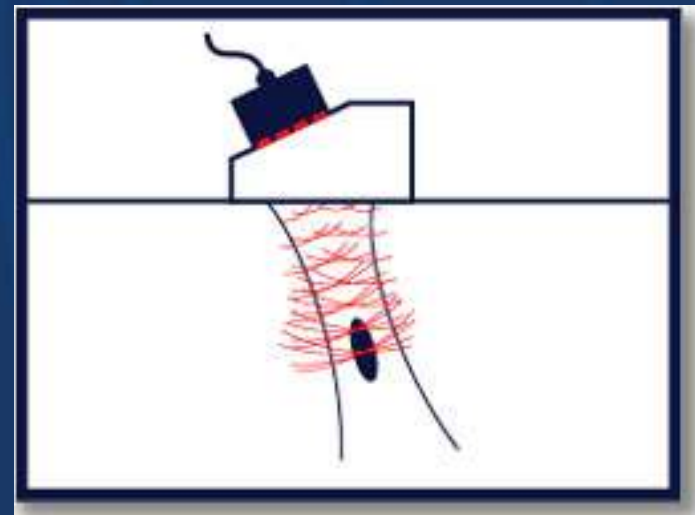
Ultra som

- Formação do feixe

Convencional

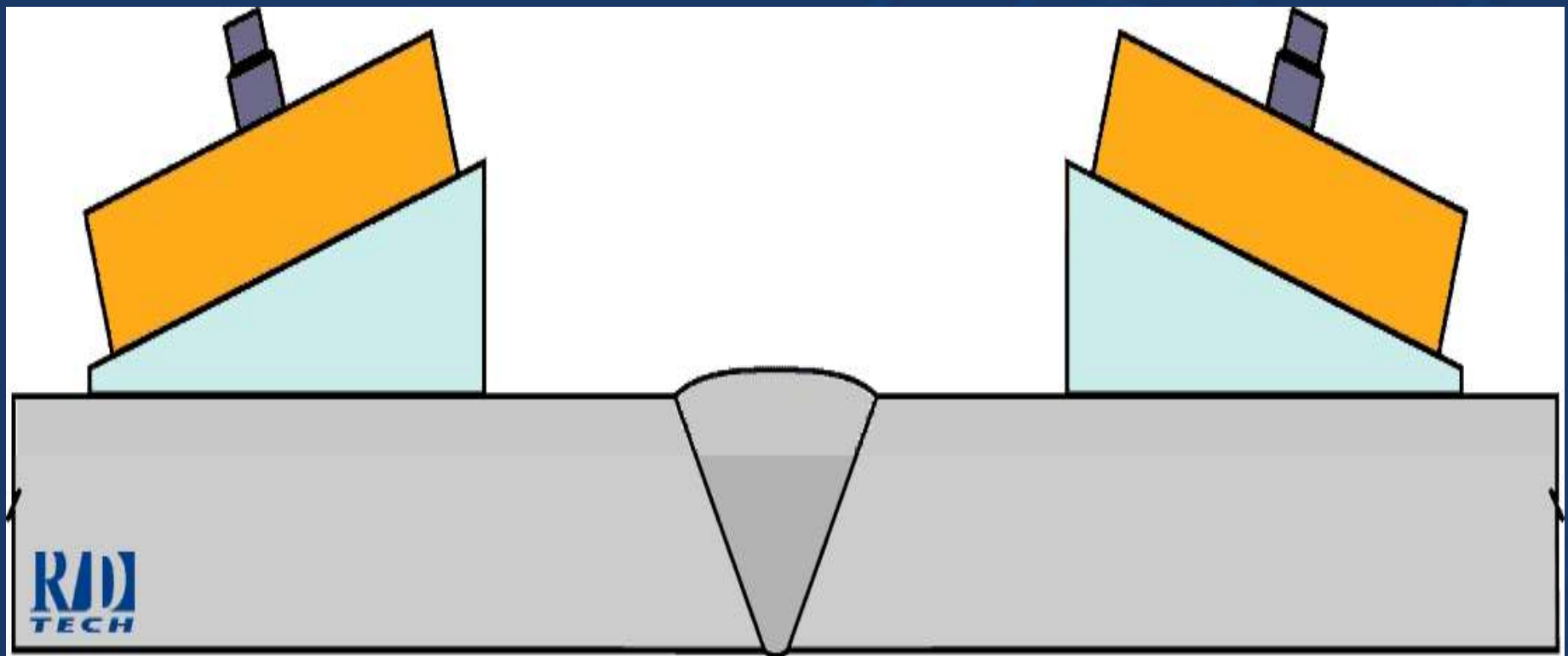


Phased-Array



Como selecionar a técnica mais adequada ■

Ultra som



R/D
TECH

OCEANEERING[®]
Inspection

Como selecionar a técnica mais adequada ■

Ultra som

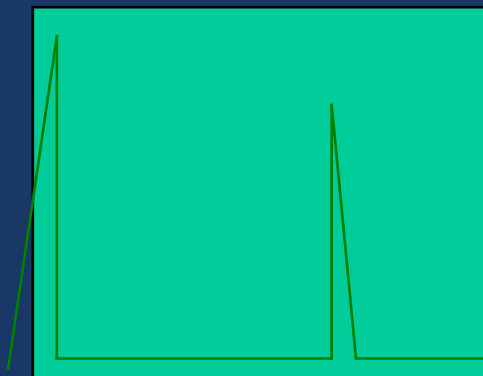
Detectabilidade

- DIRETAMENTE RELACIONADA AO COMPRIMENTO DE ONDA (λ)
- SE A FREQUÊNCIA É ALTA:
 - A DETECTABILIDADE AUMENTA
 - A PENETRAÇÃO DIMINUI
 - A ATENUAÇÃO AUMENTA

Como selecionar a técnica mais adequada ■

Ultra som

- Apresentações de tela:



DISTÂNCIA / TEMPO

A Scan



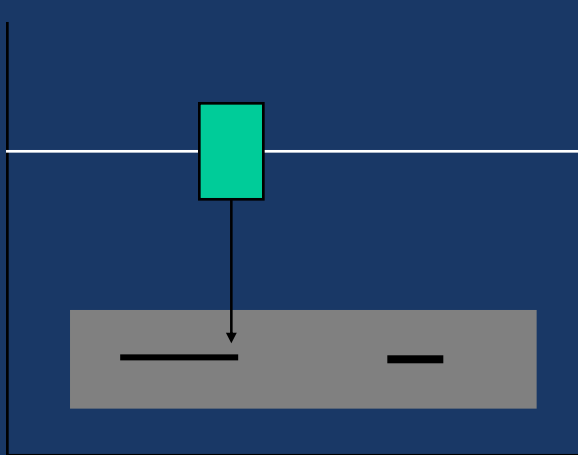
B Scan

O SINAL É RELACIONADO COM A ESPESSURA.
A TELA RETÉM O SINAL, OBTENDO-SE O PERFIL
DA PEÇA.

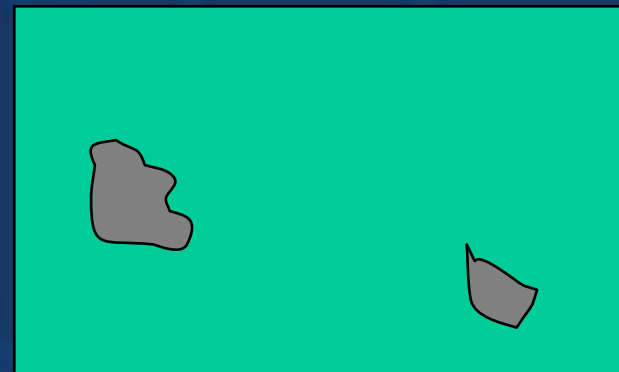
Como selecionar a técnica mais adequada ■

Ultra som

C SCAN



VISTA SUPERIOR

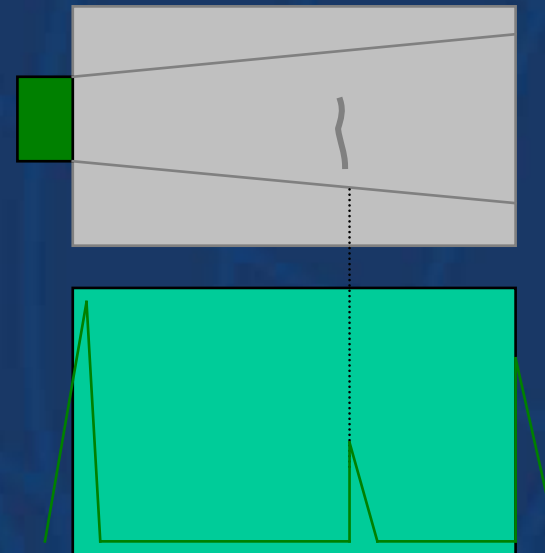
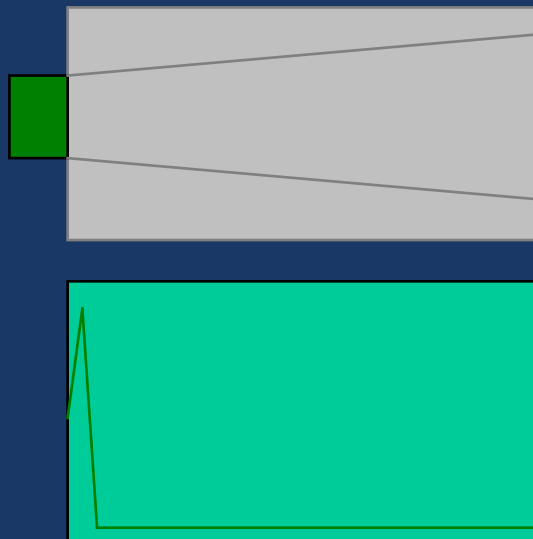


CHAPA

Como selecionar a técnica mais adequada ■

Ultra som

Técnica Pulso Eco



Como selecionar a Técnica mais Adequada



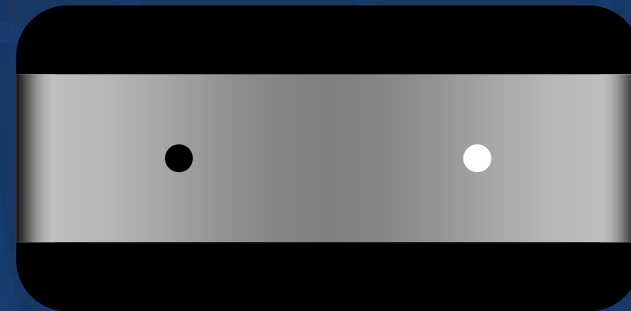
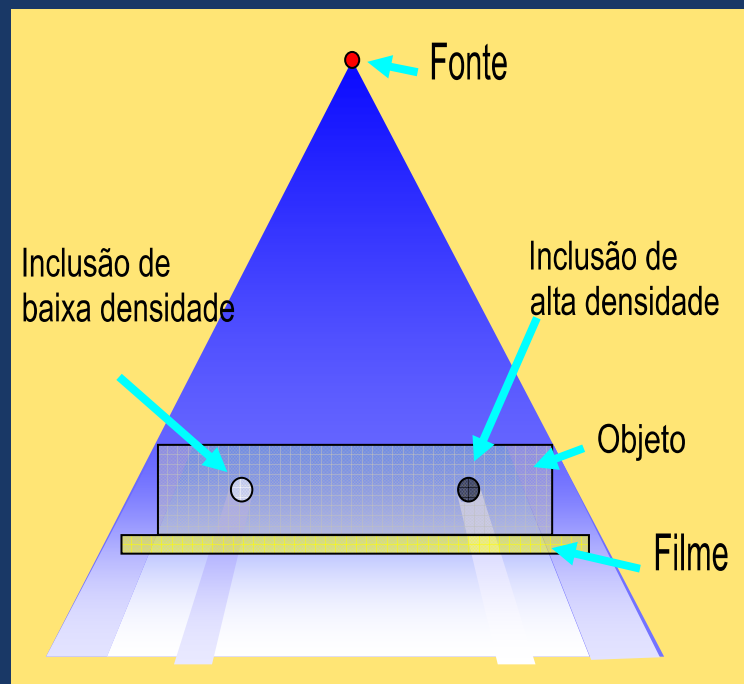
Como seleccionar a técnica mais adequada ■

Ensaio Radiográfico

- Raios-X são capazes de atravessar objetos sólidos
- A quantidade de radiação que atravessa um dado objeto, depende da densidade e da espessura deste objeto.
- A radiação transmitida pode ser detectada por filmes fotográficos ou telas fluorescentes.
- Isto forma a base da inspeção radiográfica, uma técnica poderosa, que pode ser virtualmente aplicada em todos os materiais.

Como selecionar a técnica mais adequada ■

Ensaio Radiográfico



Como selecionar a técnica mais adequada ■

Ensaio Radiográfico

História

- WC Roentgen 1895
- H Becquerel 1896
- Marie and Pierre Curie 1898
- W. Coolidge 1913
- Radium Committee 1910-15
- Geiger-Muller 1920's
- Primeiro uso em aplicações industriais no final de 1920

Como seleccionar a técnica mais adequada ■

Ensaio Radiográfico

Vantagens

- Produz um registro permanente.
- Capaz de detectar defeitos internos volumétricos e planares paralelos ao feixe.
- Útil nos ensaios não destrutivos em virtualmente em todos os materiais e formas de produto.
- Imagens em tempo real são possíveis em algumas aplicações.

Como seleccionar a técnica mais adequada ■

Ensaio Radiográfico

Desvantagens

- Perigos da Radiação.
- A sensibilidade é afetada pela orientação dos defeitos
- Habilidade limitada para detecção de trincas finas ou outros defeitos planares.
- Requer acesso pelos dois lados.
- Limitada pela espessura do material.
- Requer pessoal qualificado para a interpretação.
- Relativamente lenta.
- Requer grande capital com custo elevado.

Como selecionar a técnica mais adequada ■

Ensaio Radiográfico

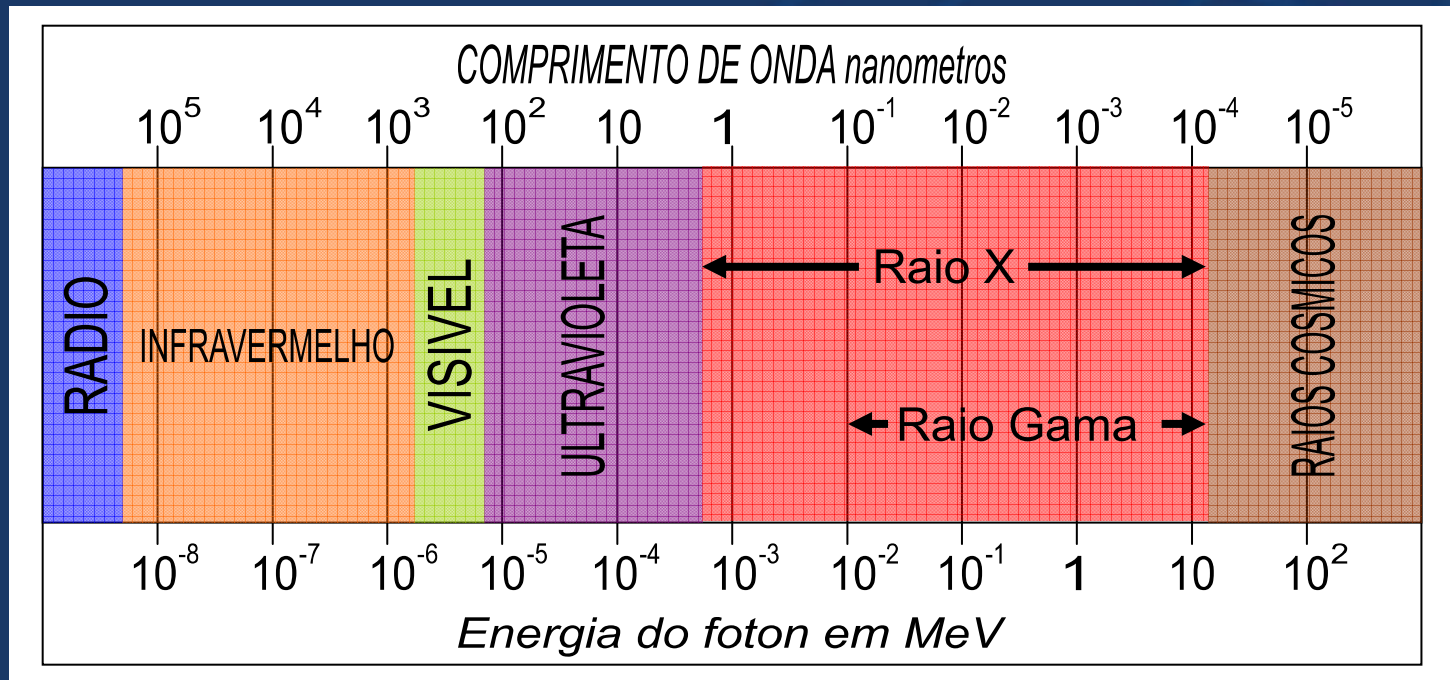
O que é radiação

- Ondas de radio, luz, raios X, raios g e outras formas de radiação tem a forma de :
 - Ondas de energia associadas com campos eletricos e magnéticos que estão em certos angulos um dos outros e a direção de propagação.
 - Radiação Eletromagnética
- A radiação eletromagnética não tem massa e não é afetada quer por campos elétricos ou magnéticos, por grandes extensões e pela gravidade.

Como selecionar a técnica mais adequada ■

Ensaio Radiográfico

Espectro eletromagnético



Como selecionar a técnica mais adequada ■

Ensaio Radiográfico

Propriedades da Radiação Eletromagnética

- Viaja a velocidade da luz.
- Viaja pelo vácuo.
- Viaja em linha reta.
- Sem massa ou carga elétrica.
- Intensidade proporcional a $1/D^2$ onde D é a distancia da fonte.

Como seleccionar a técnica mais adequada ■

Ensaio Radiográfico

- Propriedades da Radiação Eletromagnética
- É absorvida e espalhada pelo material.
- Não é refratada pelo material.
- Causa ionização , por isso frequentemente é chamada como “RADIAÇÃO IONIZANTE”.
- Escurece a emulsão do filme fotográfico.
- Não pode ser detectada pelos sentidos humanos.
- EXTREMAMENTE PERIGOSA A SAUDE.

Como selecionar a técnica mais adequada ■

Ensaio Radiográfico

- Isótopos Radioativos
- Alguns isótopos são estáveis, outros não.
- Isótopos instáveis transformam-se em outro elemento e emitem radiação.
- 3 formas de radiação:
- Alfa (a), Beta (b) & Gama (g)
- Nêutrons também podem ser emitidos.

Como selecionar a técnica mais adequada ■

Ensaio Radiográfico

- Radiografia Industrial

- Raios X

- Gerado

- Eletricamente

- Raios Gama

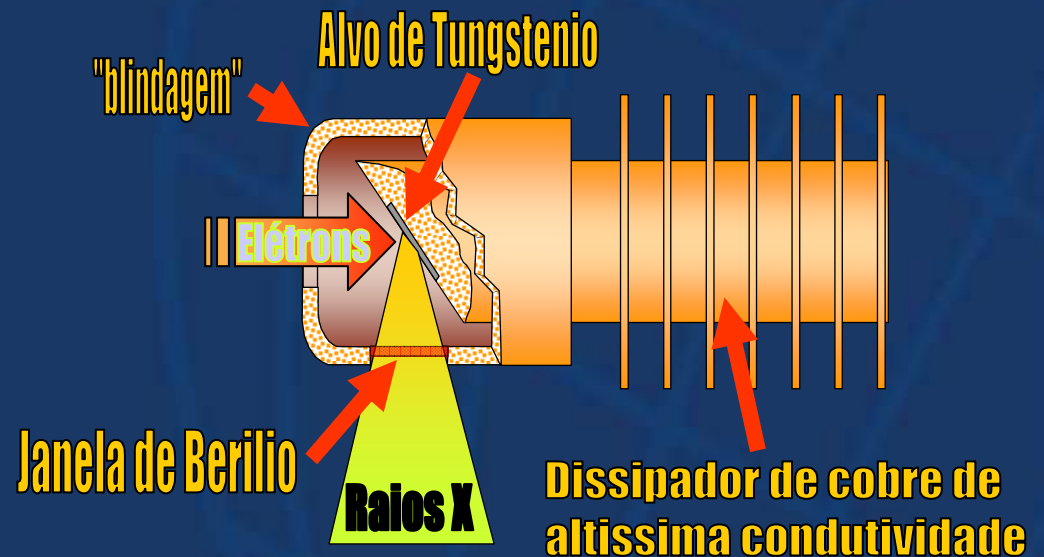
- Gerado pelo decaimento de isótopos instáveis

Como selecionar a técnica mais adequada ■

Ensaio Radiográfico

Geração de Raios X

- A corrente do tubo controla a quantidade ou intensidade de radiação
- A voltagem do tubo controla a “qualidade” ou capacidade de penetração da radiação



Como selecionar a técnica mais adequada ■

Ensaio Radiográfico

Equipamento de Raio γ



Como selecionar a técnica mais adequada ■

Ensaio Radiográfico

Isótopos

ISÓTOPO	MEIA-VIDA	mm de aço
IRIDIO 192	74.4 dias	10 - 80
COBALTO 60	5.3 anos	25 - 200
ITÉRBIO 169	32 dias	3 - 8
SELÊNIO 75	119 dias	5 - 20
TÚLIO 170	128 dias	1 - 5
CÉSIIO 137	30 anos	20 - 80

Como selecionar a técnica mais adequada ■

Ensaio Radiográfico

Vantagens dos Raios Gama comparados com os Raios X

- Não é preciso água ou fontes de energia elétrica
- Equipamento menor e mais leve - por isso mais portátil
- Mais fácil de executar radiografias em áreas confinadas e de difícil
- Equipamento simples e mais robusto
- Menor espalhamento (sem radiação de baixa energia)
- Baixo custo inicial
- Grande poder de penetração

Como selecionar a técnica mais adequada ■

Ensaio Radiográfico

Desvantagens dos Raios Gama comparado com Raios X

- Reduzido contraste radiográfico
- As fontes precisam ser trocadas - potencialmente maior custo em serviço
- A Radiação não pode ser desligada
- Geralmente menor nitidez geométrica
- O poder de penetração não pode ser ajustado

Como selecionar a técnica mais adequada ■

Ensaio Radiográfico

- Indicador de Qualidade da Imagem

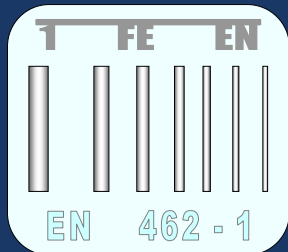
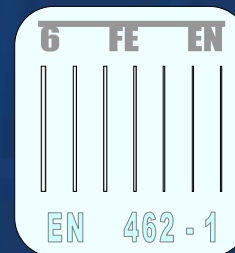
ou

- Penetrametros são utilizados para medir a sensibilidade e a qualidade da técnica radiográfica utilizada.

Como seleccionar a técnica mais adequada ■

Ensaio Radiográfico

- BS EN 462-1 IQI tipo arame

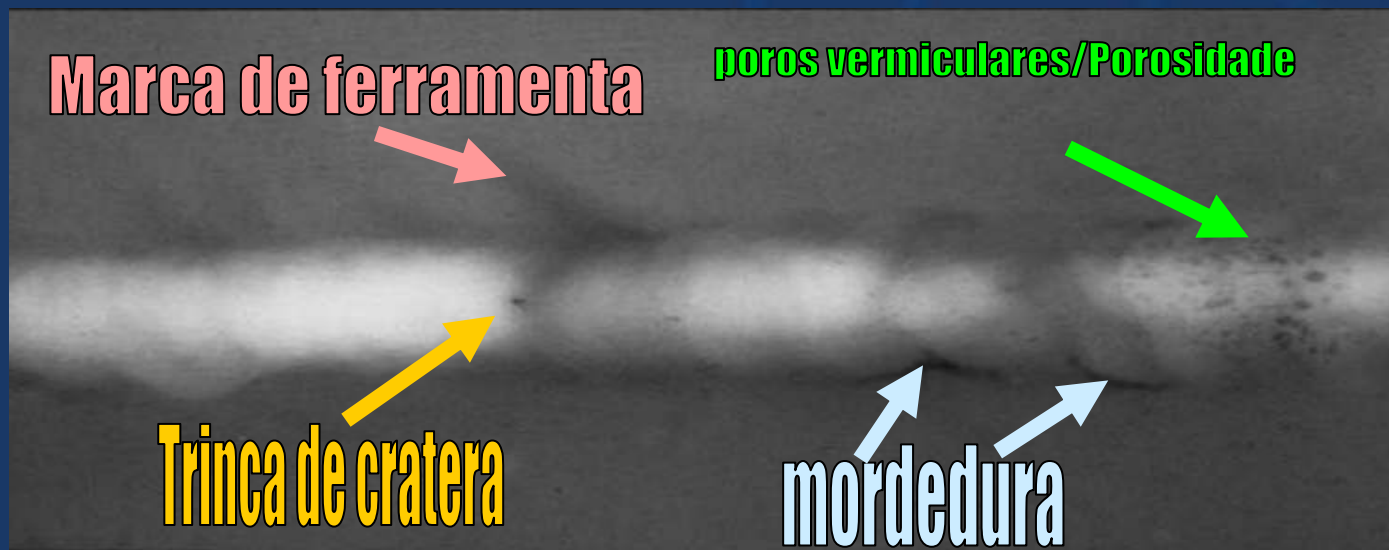


No	Ø	No	Ø	No	Ø	No	Ø
1	3.20	6	1.00	11	0.32	16	0.100
2	2.50	7	0.80	12	0.25	17	0.080
3	2.00	8	0.63	13	0.20	18	0.063
4	1.60	9	0.50	14	0.16	19	0.050
5	1.25	10	0.40	15	0.125		

Como selecionar a técnica mais adequada ■

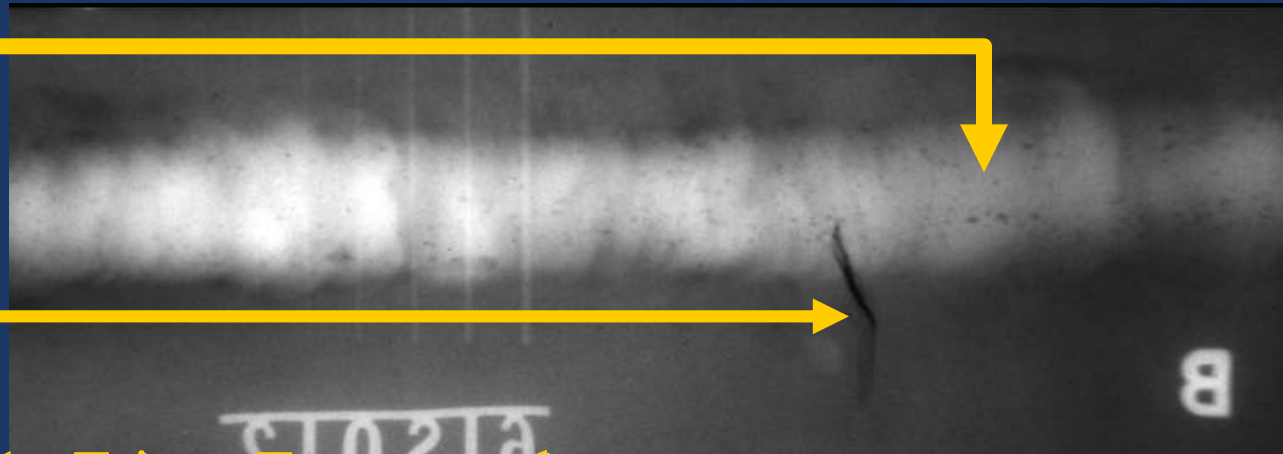
Ensaio Radiográfico

- Imagens radiográficas



Como selecionar a técnica mais adequada ■

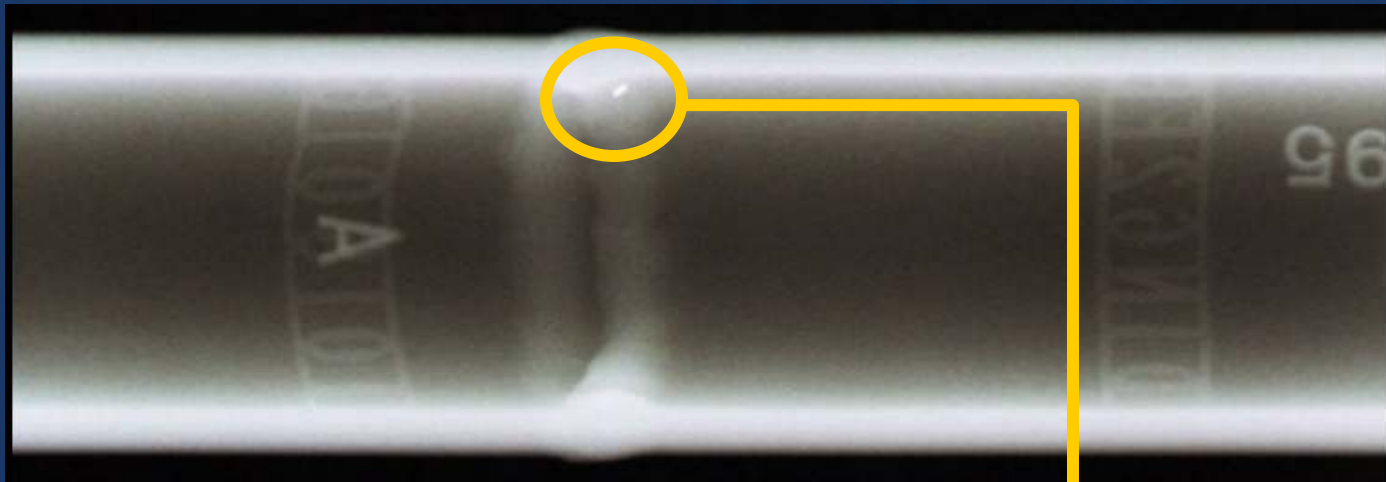
Ensaio Radiográfico



1. Trinca Transversal.
2. Poros espalhados / poros vermiculares e pequenas inclusões de escória.
3. Mordeduras intermitentes.

Como selecionar a técnica mais adequada ■

Ensaio Radiográfico



1. Inclusão de Tungstênio.

Como selecionar a técnica mais adequada ■

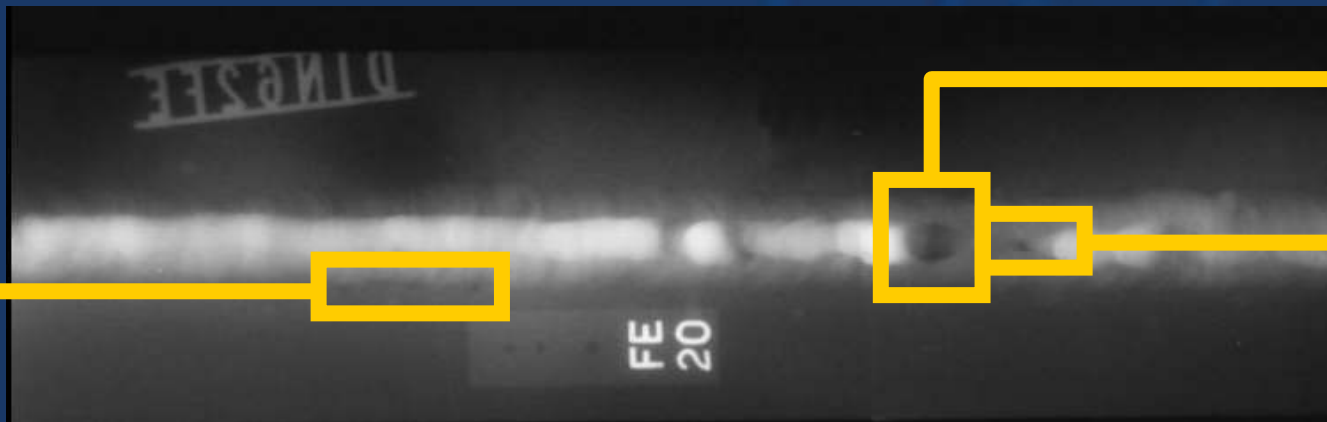
Ensaio Radiográfico



1. Trinca, provavelmente trinca de solidificação

Como selecionar a técnica mais adequada ■

Ensaio Radiográfico



1. Falta de penetração na raiz.
2. Furo na raiz.
3. Mordedura.
4. Excesso de Penetração irregular, todo o comprimento.

TABELA COMPARATIVA US X RAD

	US	RAD
MATERIAL		X
PREPARAÇÃO DA SUPERFÍCIE		X
ÁREA DE COBERTURA	X	
GEOMETRIA		X
TEMPO DE RESPOSTA	X	
TEMPERATURA		X
ORIENTAÇÃO DA DESCONTINUIDADE	X	X
DETECTABILIDADE	X	X
SENSIBILIDADE		X
REPETIBILIDADE	X	X
ACESSO	X	
REGISTRO	X	X
SAUDE /SEGURANÇA/MEIO AMBIENTE	X	