



**MISTRAS**  
SOUTH AMERICA

ISO 9001 ISO 14001 OHSAS 18001



# TÉCNICAS DE INSPEÇÃO NÃO INTRUSIVAS - INI



A PASA (Physical Acoustics South America), fundada em março de 1996, sob controle acionário do grupo Mistras com sede em Princeton, USA, teve como elemento motivador na sua criação a visão de uma empresa dedicada a disponibilizar para o mercado da América do Sul, tecnologia e soluções na área de inspeção e integridade de equipamentos industriais.

Nossa meta é ser a mais completa e respeitada empresa de inspeção e ensaios da América do Sul, com foco no comprometimento total com nossos clientes, crescimento profissional de nossos colaboradores e intensificação na introdução de tecnologia de ponta.

Com o intuito de alinhar-nos com a mudança mundial no nome do grupo do qual somos parte, informamos que a Physical Acoustics South America - PASA, iniciou o processo de troca da razão social passando chamar-se MISTRAS GROUP SOUTHAMERICA- MGSA.

Esclarecemos que nenhuma outra mudança corporativa ocorrerá e seguimos sólidos no compromisso de oferecer nosso melhor ética e tecnicamente.

Atenciosamente  
Pedro Feres Filho  
Presidente



9001 14001 18001



Em 2011 uma associação de empresas europeias denominada HOIS patrocinou junto à DNV a criação de uma prática recomendada para a **INI**, a DNV-RP-G103. Este documento, de caráter público e bem mais simples que o API-581 RBI, objetivou dar o suporte a estas empresas na prática da INI, sem a necessidade de cálculos da probabilidade ou consequência de falha, conforme os modelos do RBI contidos na publicação do API-581 RBI. No ano de 2016 a ABNT editou a NBR 16455:2016, Vaso de pressão - Metodologia para inspeção não intrusiva, baseada na metodologia da DNV-RP-G103. A partir deste momento, o Brasil passou a possuir uma norma brasileira para a **INI**. E finalmente em 29/09/2017, a NR-13 também adotou a prática da INI baseada na norma brasileira NBR-16455. A NBR 16455 possui um rol de ensaios aplicáveis para cada situação encontrada, como presença de trincas superficiais, trincas internas, perda de espessura generalizada, perda de espessura localizada, etc.

Apresentamos nesta publicação um resumo de técnicas não intrusivas especiais fornecidas pela MISTRAS, adequadas para as muitas situações da **INI**. Estas técnicas possuem características condizentes com inspeções globais e por varreduras, desenvolvidas com a finalidade de fazer as inspeções em menor tempo, com menor custo e melhor resultado. Citamos a seguir algumas características destas técnicas:

**Emissão acústica:** detecta descontinuidades em propagação durante aumento do carregamento de um equipamento ou em monitoramento contínuo;

**C-Scan:** mede espessuras com grande densidade de medida (até 1.000.000 pontos por m<sup>2</sup>) e permite perfeito mapeamento de corrosão em chapas metálicas e tubulações;

**GUL:** ensaio de ondas guiadas para a inspeção de grandes extensões de tubulação em um único disparo de ondas longitudinais ultrassônicas;

**TOFD + Phased Array:** modernas técnicas de ultrassom para a verificação de soldas e material base;

**TPC:** ferramenta que detecta corrosão na região de suportaçãõ de tubulações;

**PEC:** correntes parasitas pulsadas para a inspeção de chapas e tubos sem o contato direto, sobre isolamento ou revestimentos;

**Radiografia Digital:** técnica de radiografia com emprego de fontes radioativas de baixa intensidade para verificar espessuras residuais em tubulações;

**RTR:** técnica de radiografia em tempo real que permite a inspeção de tubulações isoladas sujeitas à corrosão sob isolamento na condição de serviço normal;

**RPAS: Drone Para Espaços Confinados** protegido por estrutura geodésica ideal para a inspeção visual de equipamentos e tanques sem a necessidade de adentramento humano.

Para maiores informações, acesse nosso site:

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



## Emissão Acústica

A técnica de emissão acústica aplicada na avaliação de equipamentos recebeu um grande impulso a partir da introdução da tecnologia MONPAC™/IPAC, contribuindo para a eliminação das dificuldades encontradas na interpretação dos resultados, na elaboração de critérios de avaliação e no tempo envolvido na análise.

A implantação desta tecnologia, permite-nos oferecer o mais avançado método de inspeção em serviço de equipamentos pressurizados, como: vasos de pressão, esferas, reatores, colunas de processo, digestores, autoclaves, caldeiras, tubulações e outros sujeitos a inspeções periódicas.

O ensaio por Emissão Acústica permite também a inspeção de longos trechos de tubulações de forma significativamente rápida. O monitoramento é realizado por sensores, instalados ao longo da tubulação, os quais possibilitam inclusive a inspeção em áreas de difícil acesso.

A grande vantagem técnica é a capacidade de inspecionar toda a estrutura, mesmo em áreas praticamente inacessíveis e com mínimo acesso à superfície, permitindo a detecção de defeitos associados a trincamentos e vazamentos.

## TankPAC™

TankPAC™ é um método de ensaio que utiliza a técnica de Emissão Acústica para determinar a condição da integridade do fundo dos tanques.

A técnica consiste em captar, por meio de transdutores piezelétricos, sinais originários do processo de corrosão que ocorrem na face interna e externa do fundo do tanque, avaliando, dessa forma, a integridade e a ocorrência eventual de um processo de corrosão. Com usuários em todo o mundo, o TankPAC™ é uma ferramenta de planejamento que evita a retirada desnecessária de operação de tanques de armazenamento, reduzindo custos de manutenção e promovendo um planejamento de manutenção corretiva.

Vários grupos independentes de estudo compararam o TankPac® com inspeções internas e encontraram uma correlação estatística sólida, útil e prática quanto à efetividade desta metodologia em identificar tanques que requerem reparos.





## C-Scan Controle de Corrosão

Inspeção por ultrassom automatizado, através da técnica A/B/C-Scan, para mapeamento de corrosão, registro e quantificação da perda de espessura em tubulações, vasos de pressão, esferas e outros.

O método tem como vantagem principal realizar inspeções de forma rápida e eficiente, com alta confiabilidade.

O resultado do ensaio é apresentado de forma gráfica, indicando a totalidade da área inspecionada e as respectivas espessuras registradas, nos modos B/C-Scan de varredura.

## IRVM - Inspeção Remota Visual e Medição de Espessura

Exame visual interno remoto, com registro de imagem e medição de espessuras, para atendimento aos requisitos da NR-13.

A MISTRAS apresenta ao mercado o sistema IRVM (Inspeção Remota Visual e Medição de Espessura), sistema que possui a finalidade de efetuar inspeções remotas com o auxílio de câmera filmadora de alta resolução para o exame visual e, simultaneamente, executar medição de espessuras por ultrassom B-Scan, utilizando a água como fluido de acoplamento.

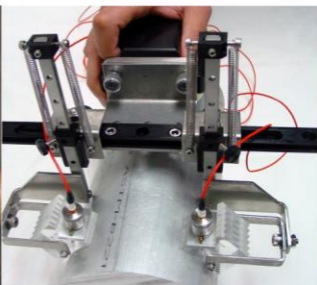
Destina-se à utilização em equipamentos industriais como vasos de pressão, tubulações ou tanques nas inspeções totais ou amostragens. Fundamental nas situações de impossibilidade ou a dificuldade do acesso humano para a realização do exame interno de atendimento aos requisitos da NR-13.

### **GUL - Ondas Guiadas por Ultrassom**

Ondas Guiadas de Ultrassom (GUL) avaliam a condição de tubulações metálicas, para determinar a perda de espessura, por meio da introdução de um sinal ultrassônico que percorre longas distâncias e é refletido com a ocorrência de uma descontinuidade. Especialmente indicado para avaliações globais em tubulações com a finalidade de determinar a natureza, forma e localização de perdas de espessura em tubulações aéreas, isoladas, pipeway e piperack, curtas travessias (2 a 5 m) e outras.

Um anel de transdutores é fixado ao redor do tubo e a inspeção ocorre até 60m em cada direção. Podem ser avaliados longos comprimentos de dutos, especialmente quando o acesso for limitado.





## Ultrassom ToFD

Detecta e dimensiona descontinuidades internas no material, a qual se baseia no princípio físico da difração das ondas ultrassônicas.

A inspeção é computadorizada e permite aquisição e registro de 100% dos dados. É extremamente precisa na avaliação da altura das descontinuidades e por este motivo é utilizada principalmente para inspeção de juntas soldadas de topo entre chapas.

O ToFD é aplicado em espessuras que variam de aproximadamente 12,5 mm a 230 mm em uma única varredura.

## Phased Array

Tecnologia de ensaio não destrutivo que emprega os princípios físicos do ultrassom e promove a otimização de seus recursos através de controles eletrônicos que pulsam individualmente cada

elemento do mosaico de cristais, possibilitando alterações no feixe sônico. Normalmente, os pulsos são gerados em grupos de 4 a 32 elementos.

Substitui o ultrassom convencional com a vantagem de registrar 100% da inspeção, possibilitando melhor rastreabilidade dos resultados. Pode também substituir grande parte das inspeções por radiografia, com a vantagem de evitar interdições da área.

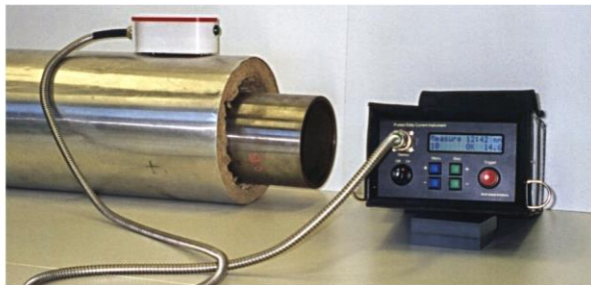
A técnica de ultrassom Phased Array é utilizada principalmente para inspeção de soldas em chapas e tubos, bem como em componentes forjados, fundidos e laminados.

Em razão da possibilidade de alteração na formação do feixe sônico e do ponto focal, o Phased Array possibilita excelentes resultados nas inspeções de aço carbono, inox, baixa liga e outros tipos de materiais.

## **TPC™ - Touch Point Corrosion**

O TPC™ é uma ferramenta INI que detecta corrosão na região de suportação das tubulações.

O dispositivo de inspeção deve ser colocado na parte superior da tubulação sobre a região de suportação que se quer examinar. São utilizados dois transdutores angulares, posicionados sobre a tubulação.



## PEC - Correntes Parasitas Pulsadas

É utilizado para realizar uma inspeção quantitativa comparativa de medição de espessura em pernas de esfera, vasos e tubulações isoladas e outras. É um ensaio que pode ser realizado sem a necessidade de contato direto da sonda com o material a ser inspecionado, ou seja, pode haver ar, água, revestimentos, produtos de corrosão entre a área de interesse e a sonda.

A sonda é posicionada no local de interesse e uma corrente elétrica é introduzida através de sua bobina indutora a qual magnetiza o aço próximo à sonda. A corrente é então desligada e, como resultado, há uma desmagnetização do material. Esta repentina alteração no campo magnético gera correntes parasitas, que se propagam no material e decaem em potencial na medida em que se propagam. O campo induzido por estas correntes parasitas é detectado por uma bobina presente na sonda PEC e o sinal detectado é relacionado à espessura.

## Princípio básico de medição por PEC

PEC obtém a medida da espessura da parede por uma média da área sob a sonda (área circular onde as correntes parasitas circulam). Isso torna o ensaio ideal para determinação de perda média de espessura de parede.

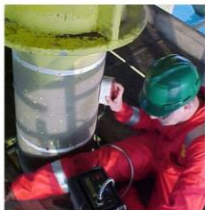
## Tubulações isoladas em operação

O PEC mede espessura de aço carbono sob isolamento

- O campo magnético pulsado induz correntes parasitas no aço.
- A espessura da parede é determinada pelo decaimento do potencial das correntes parasitas em relação a espessura da parede.

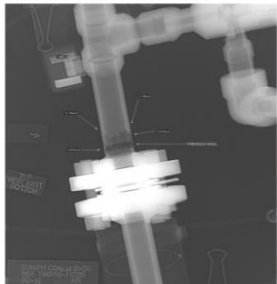
## Vasos de pressão isolados em operação

- O PEC inspeciona em serviço sem a necessidade de remover o isolamento.
- O PEC é a solução para inspeção sob concreto.
- O PEC mede a espessura remanescente do aço através do concreto.



CURVAS INFERIORES

Linha	Posição Angular (A)							
	08.14	07.14	06.14	05.14	01.14	02.14	03.14	04.14
1	5,1	5,5	5,2	5,1			5,1	5,7
2	5,5	4,9	5,2	5,5			5,1	5,6
3	6,1	5,1	5,5	5,7			5,5	5,0
4	6,3	5,1	4,6	5,9			5,0	5,6
5	5,6	6,3	6,4	6,5			4,4	5,0
6	6,1	5,6	6,1	6,4			6,1	6,2
7	6,5	5,7	6,4	5,7			6,9	7,5
8	4,9	5,1	7,8	5,3			5,6	7,8
9	5,1	5,0	4,7	5,1			6,0	5,1
10	4,9	4,6	4,6	5,5			5,2	4,9
11	4,7	5,0	4,8	4,9			5,4	5,2



## **Radiografia Digital ou Computadorizada**

A Radiografia Computadorizada compreende scanner, placa de fósforo, monitor de alta resolução e software de análise. Este conjunto realiza a leitura da placa de fósforo, previamente irradiada (Radiação X e Radiação Gama) com feixe de laser estimulador. Cada pixel tem sua luminescência foto-estimulada e esta é coletada por um filtro. Em seguida, o detector amplifica o sinal que será convertido em imagem digital.

O processo de aquisição é semelhante à Radiografia Convencional, com a diferença de utilizar placas de fósforo em vez de filmes radiográficos.

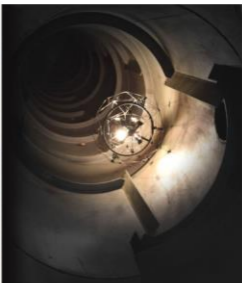
Atualmente, os sistemas de RC apresentam relação sinal/ruído e resolução extremamente eficientes, sendo possível a determinação de afinamentos gerados por processos corrosivos e juntas soldadas de pequenos diâmetros.

## RTR - Radiografia em Tempo Real

A técnica foi desenvolvida para determinar áreas com problemas de corrosão sem remoção do isolamento, de tal forma que, uma investigação mais completa possa ser realizada nessas regiões. Tem capacidade de detectar apenas os perfis da tubulação, através de equipamento de Raios X portátil de baixa intensidade. Logo não é possível a detecção de corrosão ou erosão interna. São detectadas apenas corrosões na parede externa da tubulação.

O ensaio de RTR é realizado com equipamento de Raios X portátil de baixa intensidade, para a execução do ensaio é necessária a Autorização de Operação da Comissão Nacional de Energia Nuclear, além de cumprir todos os requisitos normativos da entidade citada em relação a: pessoal, treinamento, controles de área e monitoramento, entre outros que devem ser supervisionados por profissional devidamente credenciado em Proteção Radiológica.

O equipamento é alimentado por duas baterias recarregáveis em 1 hora e durabilidade média de 4 horas de exposição cada. Pode-se destacar também a ergonomia e a resistência a condições climáticas extremas (-40°C a 65°C) como características importantes.



## **RPAS: Drone Para Espaços Confinados**

Para que a aplicação desta técnica seja possível em espaços confinados, contamos com o uso de um drone específico para este fim. A aeronave possui uma estrutura geodésica, que permite o contato direto dele com paredes e demais estruturas.

Utiliza frequências de rádio diferentes dos demais drones, é possível garantir uma boa qualidade de vídeo sem o operador adentrar no espaço confinado. A aeronave conta com um sistema de iluminação próprio, permitindo o trabalho em ambientes confinados escuros. Possui uma câmera digital e uma câmera termográfica.

Já testados em ambientes confinados como FPSOs, tanques, vasos de pressão e navios graneleiros, o drone se mostra uma ótima ferramenta para inspeções em espaço confinado. As técnicas de inspeção de espaço confinado atuais exigem acesso por cordas, colocando os colaboradores em situações perigosas.

## Vantagens:

- Inspeção visual em locais de difícil acesso;
- Elimina os riscos e custos na montagem de andaimes ou acesso por corda;
- A inspeção elimina a necessidade de os operadores trabalharem em ambientes altos perigosos e espaços confinados;
- Vantagens em relação ao custo e tempo de execução da inspeção quando comparado com as demais técnicas;
- Reduz o tempo de parada de equipamentos e em muitos casos pode ser feito com os equipamentos em operação;
- A tecnologia embarcada fornece vídeos, fotos de alta resolução e imagens infravermelho.







## MCRBI<sup>®</sup> - Monitoramento Contínuo Remoto Baseado em Internet

Através da tecnologia MCR-BI<sup>®</sup> é possível avaliar a criticidade e severidade de defeitos em equipamentos quando submetidos a diferentes condições operacionais, possibilitando uma interação on-line para tomada de decisões de intervenção, retirada ou continuidade operacional.

Este procedimento segue a norma NBR-15269.

Quais são as maiores vantagens desse sistema?

- Monitoramento de forma remota.
- Interação on-line.
- Redução de custos.
- Compartilhamento de informações.
- Prevenção de danos em equipamentos.
- Monitoramento contínuo em diferentes condições operacionais.
- Levantamento da curva de tendência de propagação de defeitos.
- Avaliação da criticidade e severidade de defeitos, na condição de serviço.

# PCMS



## Plant Condition Management Software

### PCMS - Plant Condition Management Systems

Programa inteiramente automatizado e especializado para a gestão de ativos industriais dos mais diversos tipos, objetivando a manutenção de sua integridade mecânica. Atende hoje a 25% de todas as unidades de refino nos EUA.

Solução completa na gestão de dados e informações.

Controle de ativos:


- Vasos
- Tubulação
- Tanques
- Trocadores
- Dispositivos de alívio
- Torres
- Fornos

Controle das Inspeções:

- Ultrassom
- Internas/Externas
- Medições
- MOC (Gestão das mudanças)
- Testes e reparos

Programações:

- Baseadas no risco
- Orçamentação
- Intervalos fixos
- Manutenção e reparos
- Planejamento



Mistras Group South America  
Tel: (11) 3082.5111  
R. Joaquim Antunes, 574 - CEP 05415-001  
Filial: Macaé - Rio de Janeiro

[www.mistras.com.br](http://www.mistras.com.br) - [mistras@mistras.com.br](mailto:mistras@mistras.com.br)