

*abendi*



# Abendi 2018



Patrocínio:

 **FLIR**

**VEJA *DETALHES*  
QUE SEUS  
*OLHOS NÃO*  
*CONSEGUEM.***

Eleve os Ensaios Não Destrutivos a outro nível com as **câmeras térmicas** de melhor resolução, sensibilidade e precisão do mercado.

**CÂMERA TÉRMICA FLIR T1K**  
CONSTRUÍDA PARA ESPECIALISTAS,  
FEITA POR ESPECIALISTAS.

Veja um incrível vídeo térmico em HD acessando [www.FLIR.com/T1K](http://www.FLIR.com/T1K)



# Índice

INTRODUÇÃO .....	04
Esquemas de Certificação de Pessoas .....	08
Guia de Métodos	
ACFM - Alternating Current Field Measurement.....	12
Análise de Vibrações.....	12
Controle Dimensional.....	14
Correntes Parasitas.....	15
Emissão Acústica.....	16
Ensaio Radiográfico Convencional.....	18
Ensaio Radiográfico Digital .....	20
Ensaio Visual.....	23
Estanqueidade (Aplicada na área de Saneamento) .....	24
Estanqueidade (Equipamentos em geral) .....	25
Líquido Penetrante.....	26
Medição de Potencial Eletroquímico .....	27
MFL - Magnetic Flux Leakage .....	28
Partículas Magnéticas .....	28
Termografia .....	30
Teste por Pontos.....	32
Ultrassom.....	33
Medição de Espessura por Ultrassom .....	34
Ultrassom   Iris.....	35
Ultrassom   <i>Phased Array</i> .....	35
Ultrassom   Tofd .....	36
Empresas e segmentos de atuação	
Calibração.....	39
Consultoria/Assessoria .....	39
Elaboração de procedimentos .....	42
Fabricantes de Equipamentos/Produtos .....	42
Implantação de Sistemas de Qualidade .....	44
Inspeção de Equipamentos .....	45
Integridade Estrutural e Extensão de Vida .....	46
Locação .....	47
Prestação de Serviços .....	47
Reparo/Manutenção.....	51
Representantes de Equipamentos/Produtos .....	51
Guia de empresas .....	54
Órgãos de Treinamentos Reconhecidos .....	62

# Expediente

Esta é uma publicação do  
Setor de Comunicação  
da Abendi

Supervisora de Comunicação  
Grazielle Paiva

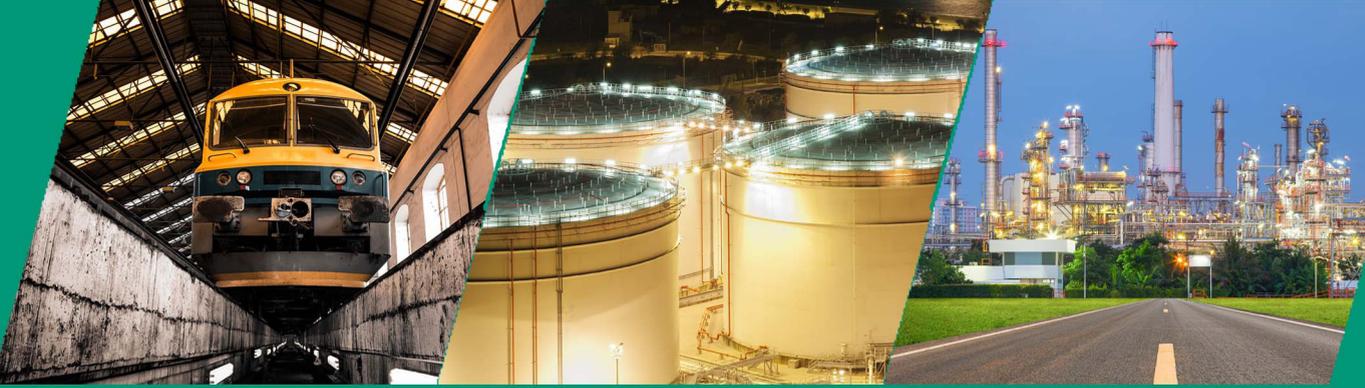
Responsável  
Carlos Eduardo Villar

Comercial  
Bruno Munhos

Designer  
Henrique Leal

Projeto Gráfico/Diagramação  
Giovana Garofalo

Colaboradores  
Alessandra Alves / Claudia  
Raza / Ana Paula Giolo /  
Marcelo Neris /  
Mauricio Ballarine /  
Fabia Nakashima /  
Lilian Molina /  
Maria Daniela Sindeaux



## Introdução ao Guia da Abendi

Nos filmes de ficção científica, as máquinas substituem as funções dos homens completamente, mas a realidade é bem diferente. Numa indústria, por exemplo, mais especificamente na área de manutenção, as ferramentas de Ensaio Não Destrutivo são fundamentais ao bom desempenho operacional. Porém, somadas a elas, existem mais três fatores determinantes a um resultado livre de falhas e altamente produtivo: a calibragem dos equipamentos, adoção de práticas recomendáveis e, à frente de tudo isso, profissionais certificados. Quando pensamos em calibração, logo vem a ideia de mensurar, com exatidão, o desempenho de um equipamento, afinal ele tem vida útil e, por esse motivo, deve ser monitorado periodicamente. É uma medida indispensável à confiabilidade das medições e à qualidade dos produtos e processos. Quanto à recomendação de seguir práticas recomendáveis, estas inseridas em normas, de abrangência internacional, como a ISO; e que regem os Sistemas de Gestão da Qualidade das empresas em geral. Foram planejadas e testadas por quem mais entende de qualidade, segurança e produtividade. Liderando essas etapas, devem estar os profissionais certificados, capazes de oferecer credibilidade em termos de segurança e eficiência. Ao exigir a certificação, a empresa tem a confiança de contratar colaboradores qualificados, que foram submetidos a avaliações teóricas e práticas por uma entidade de terceira parte, detentora de todas as credenciais de reconhecimento no mercado, como a Abendi. Portanto, a proposta deste guia é a de reafirmar que a atividade de inspeção plenamente segura e satisfatória deve refletir os procedimentos recém- detalhados. Bom trabalho!

Guia  
Abendi  
2018

abendi



## A importância do profissional certificado

Seja na expertise em operar equipamentos ou supervisionar equipes de inspeção, o profissional certificado em END tem uma imensurável responsabilidade nas mãos: manter a indústria, e a própria sociedade, livre de acidentes. É ele quem detecta discontinuidades que, embora muitas vezes pareçam imperceptíveis, podem provocar problemas graves, como explosões e vazamentos. Assim, temos a imensa responsabilidade de assegurar que somente um profissional certificado esteja envolvido na inspeção por END, pois ele está plenamente capacitado, em termos de confiabilidade, para aplicar as técnicas corretamente e interpretar os resultados com a precisão necessária. Por isso, a Abendi reafirma a sua convicção de que a combinação END/Profissional Certificado é a única capaz de manter a segurança e integridade das nossas empresas.

Afinal, a Associação tem experiência e competência reconhecidas nesse assunto, sendo acreditada pelo Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (Inmetro), do Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior, como Organismo de Certificação – OPC-002, conforme a Norma ISO 17024, para a qualificação e certificação de pessoal em END, baseada nos critérios da Norma ISO 9712.

Dessa forma, para obter resultados satisfatórios e válidos, os seguintes itens devem ser considerados como elementos fundamentais para os ensaios:

- Pessoal treinado, qualificado e certificado;
- Equipamentos calibrados;
- Procedimentos de execução de ensaios qualificados com base em normas e critérios de aceitação previamente definidos e estabelecidos.

Mais do que acreditar nessas premissas, comprovamos diariamente, com os relatos dos nossos associados, que só os profissionais certificados proporcionam o melhor padrão de qualidade nos serviços de inspeção.



## A importância da Calibração de Equipamentos para a qualidade de um serviço de inspeção

### **Calibração e confiabilidade das medições nos END**

Definido no vocabulário internacional de termos fundamentais e gerais de metrologia (aprovado pela portaria Inmetro nº 029/95), e considerado de maneira simplificada, dizemos que "calibrar" significa colocar um instrumento de medição em condições seguras de utilização. Isso é realizado por meio da comparação dos valores das medições fornecidas pelo instrumento, com os valores de um padrão de hierarquia superior. Se necessário, pode-se aplicar o ajuste do instrumento para levá-lo às suas melhores condições quanto aos valores verdadeiros de medição. Ensaios não destrutivos utilizam uma ampla gama de instrumentos de medição, que devem ser confiáveis para assegurar a qualidade dos resultados destes ensaios.

### **Aplicação**

- a finalidade dos ends na indústria é a detecção de falhas e descontinuidades.
- conhecer a localização correta e a dimensão destas falhas é de fundamental importância para a caracterização dos materiais e a definição da segurança operacional dos equipamentos.
- erros nestas medições ocasionam elevados riscos ao patrimônio e às vidas humanas.
- assegurar a qualidade destas medições é a função da calibração.

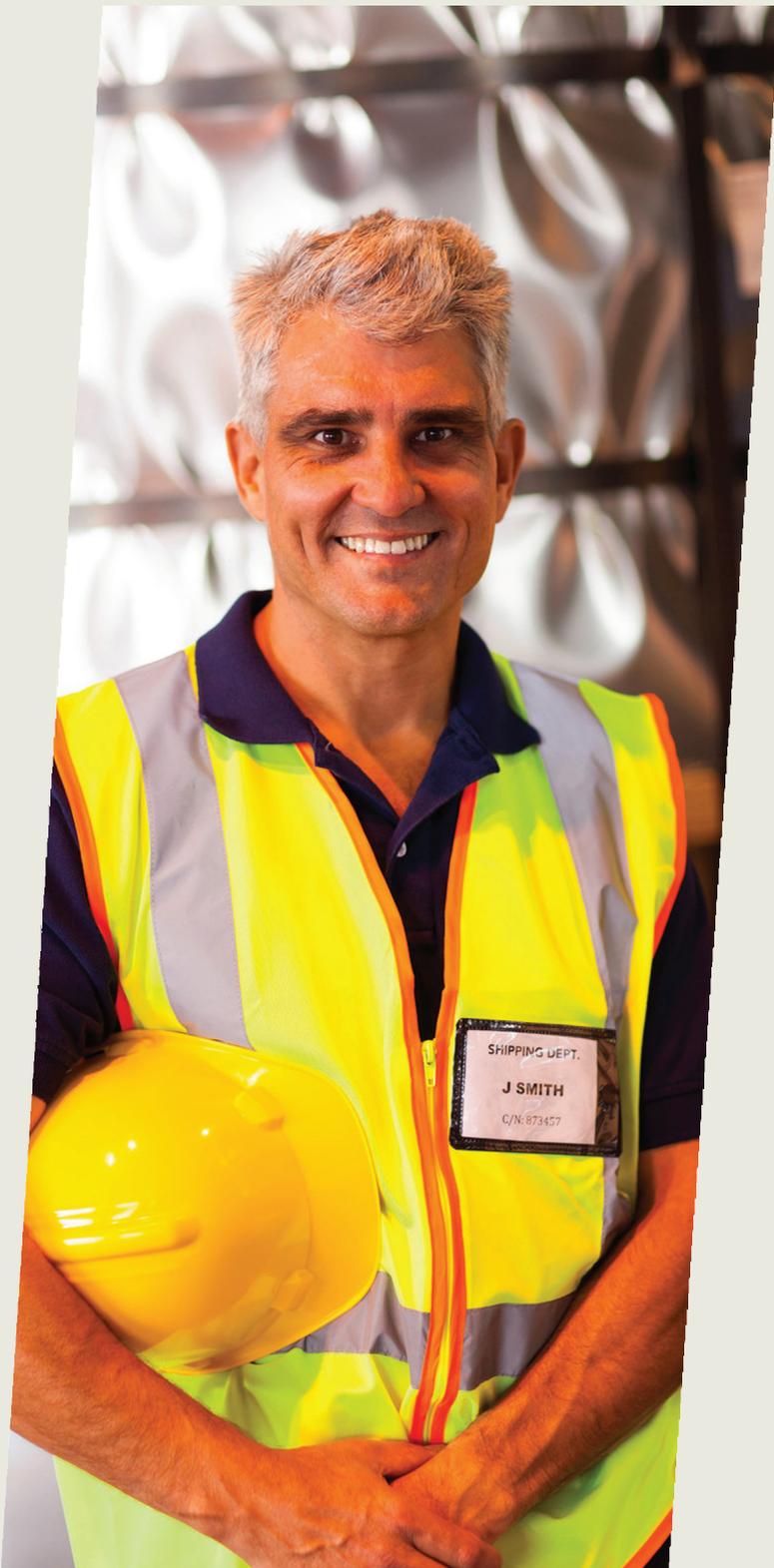
### **Vantagens**

- equipamentos calibrados e certificados elevam, consideravelmente, o valor técnico dos ends.
- permitem uma estimativa segura quanto à vida útil dos equipamentos em operação.
- os resultados da calibração do instrumento de medição, expressos em um certificado de calibração bem elaborado, fornecem informações válidas e úteis que podem auxiliar na tomada de decisões técnicas e gerenciais de elevada importância.



## Esquemas de Certificação de Pessoas

*abend***i**



## 1) Para Profissionais

### *Ensaios Não Destrutivos Convencional*

Correntes Parasitas  
Ensaio Radiográfico  
Ensaio Visual  
Líquido Penetrante  
Medição de Espessura  
Partículas Magnéticas  
Ultrassom  
Ultrassom Phased Array  
Ultrassom ToFD  
Estanqueidade (pressão positiva, pressão negativa e capilaridade)

### *Ensaios Não Destrutivo Subaquático*

ACFM  
Ensaio Visual  
Medição de Espessura  
Partículas Magnéticas  
Potencial Eletroquímico

### *Sistemas Automatizados*

Correntes Parasitas  
Ultrassom  
Magnetic Flux Leakage

### *Inspeção*

Controle Dimensional  
Inspetor de Fabricação O&G  
Inspetor de Fabricação Eletromecânico  
Inspetor de Faixa de Dutos  
Teste por pontos

### *Saneamento e Infraestrutura*

Detecção de Vazamentos Não Visíveis de Água em Tubulações Enterradas  
Redes e Ramais de Água

## **Segurança**

Acesso por Corda – Trabalho em Altura  
Competências Pessoais em Atmosferas Explosivas  
Movimentação de Cargas

## **Qualidade e Meio ambiente**

Auditores em Sistema de Gestão da Qualidade (SGQ)  
Auditores em Sistema de Gestão Ambiental (SGA)  
Auditores em Sistema de Gestão em Saúde e Segurança no Trabalho (SSO)  
Auditores em Sistema de Gestão em Laboratório de Ensaio e Calibração  
Auditor Ambiental (AA)  
Auditores em Sistema de Avaliação da Conformidade de Empresas de Serviços e Obras da Construção Civil (PBQP-H)  
Sistema de Gestão de Energia (SGE)  
Auditor Florestal

## **Monitoramento de Condição**

Análise de Vibrações  
Emissão Acústica  
Termografia

## **2) Para Empresas**

Certificação de empresas que trabalham com Métodos Não Destrutivos de perfuração direcional horizontal (HDD) e Pipe Bursting.

## **Instalações Autorizadas para a Atividade de Acesso por Corda**

### **ALTIPLANO**

Rio de Janeiro (RJ)  
(21) 3178-6275  
lana.limoeiro@altiplano.eng.br

### **CERRO - CT IBEX**

Curitiba (PR)  
(41) 3093-5877  
treinamentos@cerro.eng.br

### **NR Treinamentos**

Blumenau (SC)  
(47) 3330-8427  
daniela@nrtreinamentos.com.br

### **Rope Mountain - Lottici**

Canoas (RS)  
(51) 3032-1219  
treinamento@ropemb.com.br

### **SALT Treinamentos**

Rio das Ostras (RJ)  
(22) 2764-6172  
contato@salttreinamentos.com.br

### **Simões e Alves**

Santa Maria (RS)  
(55) 3025-4411  
treinamentos.simoesealves@gmail.com

### **TASK / POLYGON**

Votorantim (SP)  
(15) 3034-8000  
task@taskbr.com



## Guia de Métodos

*abendi*

## ACFM - ALTERNATING CURRENT FIELD MEASUREMENT

### Aplicação

- Detecção e dimensionamento de trincas, principalmente trincas de fadiga em soldas, estruturas e equipamentos;
- Detecção e acompanhamento da evolução das trincas ao longo do tempo;
- Empregado em estruturas terrestres e/ou marítimas, equipamentos industriais que sofram os efeitos de fadiga (esforços cíclicos) de diversas origens, tais como vento, marés, fadiga térmica e outras.

### Características específicas do método

- Menor necessidade de limpeza superficial;
- Maior velocidade de aplicação e laudo;
- Permite registro permanente e, conseqüentemente, fácil recuperação dos dados para análise posterior, acompanhamento ao longo do tempo (HD, pendrive, CD, DVD);
- Possibilita a determinação da profundidade da trinca, além do comprimento (principalmente para trincas de fadiga);
- Não necessita de remoção de revestimento desde que este seja eletricamente não condutor e não possua espessura acima de 5mm .
- Necessita de inspetor com conhecimento de informática;
- Capacidade de detecção de trincas com comprimento mínimo de 15mm e profundidade mínima de 2mm (fabricante);
- Limitação do comprimento do cabo da sonda em 50m (inspeção subaquática)
- No caso de inspeção remota, o operador de sonda deve possuir conhecimentos de soldagem
- Não é aplicável a materiais não eletricamente condutores;
- Aplicação restrita a trincas de fadiga. Pode detectar descontinuidades induzidas por outros mecanismos, porém, a capacidade de dimensionamento fica prejudicada;
- Custo do equipamento.

Normas	Títulos	Publicação
ABNT NBR 15248	Ensaio Não Destrutivo – Inspeção por ACFM – Procedimento	2012 Confirmada em 2016

## ANÁLISE DE VIBRAÇÕES

A Análise de Vibrações mecânicas é um método indispensável na detecção prematura de anomalias em máquinas e equipamentos. A AV permite ao analista, identificar a causa provável da falha, acompanhar a sua evolução e programar a melhor data para a execução da manutenção. As causas mais comuns são: desbalanceamento, "desapertos", desalinhamento, excentricidade, empenos de eixos, rolamentos, lubrificação, desgastes de qualquer natureza, folgas, engrenamento, falha elétrica, cavitação de bombas, excitação de frequência de passagem de pás e fadiga. Em resumo, qualquer problema que a máquina possa apresentar, pode ser identificado em seu início por meio de AV.

Existem diversos tipos de equipamentos de medição; desde os mais simples para inspeção, até analisadores com diversos recursos de análise tais como análise por tipo de defeito (bandas) e análise automática das medições, sensores com comunicação via cabo de sinal ou sem fio "Wireless", sistemas de monitoramento permanente, sistemas de proteção.

A escolha do equipamento de medição mais adequado depende do tipo de equipamento a ser monitorado, do local e das condições do ambiente onde está o equipamento, de sua criticidade para o processo e do custo que uma falha não prevista pode gerar.

**Aplicação**

- Qualquer equipamento/ativo que pode apresentar movimento, preponderantemente os rotativos: motores, bombas, compressores, turbinas, ventiladores, etc.;
- É possível realizar ensaios em estruturas e ativos teoricamente estáticos.

**Características específicas do método**

- Permite detectar defeitos incipientes nos componentes das máquinas muito antes da quebra, acompanhar sua evolução e programar a manutenção no momento mais adequado (manutenção preditiva);
- Redução dos custos de manutenção corretiva (após a quebra) e preventiva (baseada na vida estimada do componente);
- Permite identificar falhas de execução da manutenção na partida do equipamento reparado;
- Permite avaliar a condição de equipamentos novos durante o processo de inspeção e testes em fabricantes, instalação e garantia;
- Propicia retorno rápido do investimento e aumento da confiabilidade;
- Baixo custo de investimento em função do retorno financeiro (ROI) é de 10 a 30 vezes o capital investido, no primeiro ano;
- Evita a troca de peças em boas condições (manutenção preventiva e preditiva),
- Não há perda de produção durante as medidas e as paradas podem ser programadas;
- Processo não intrusivo;
- Os eventos de manutenção podem ser agendados de forma ordenada.

As dificuldades atuais são análises em máquinas alternativas em veículos. Em máquinas alternativas há maior dificuldade na identificação da origem das falhas;

Em princípio, a implantação pode ter um custo alto, mas é rapidamente absorvido pela diminuição dos custos de manutenção, eliminação de perda de produção e aumento da disponibilidade da planta. Uma equipe bem treinada leva o MTBF para a faixa de 99%. E o retorno financeiro (ROI) já tem de ser maior do que 10 vezes no primeiro ano. Outra limitação está em relação ao ponto de monitoramento. Às vezes pode ser de acesso difícil ou em um ambiente agressivo (temperatura, partículas suspensas, etc.)

Normas	Títulos	Publicação
ABNT NBR 10082	Ensaio Não Destrutivo – Análise de Vibrações – Avaliação da vibração mecânica de máquinas com velocidades de operação de 600 rpm a 15 000 rpm	2011
ABNT NBR 10272	Ensaio Não Destrutivo – Análise de Vibrações – Medição e avaliação da severidade das vibrações mecânicas de máquinas elétricas rotativas	2013
ABNT NBR 10273	Ensaio Não Destrutivo – Análise de Vibrações – Requisitos para instrumentos de medição de severidade de vibração de máquinas	2013
ABNT NBR 15307	Ensaio Não Destrutivo – Provas de cargas dinâmicas em grandes estruturas – Procedimento	2005
ABNT NBR 15928	Ensaio Não Destrutivo – Análise de Vibrações – Terminologia	2011

## CONTROLE DIMENSIONAL

A fabricação de equipamentos cada vez mais complexos, com inúmeros componentes, exige que as medições sejam também cada vez mais precisas. Portanto, o Controle Dimensional aplicado ao objeto de um projeto, ao longo de suas etapas de fabricação, é um processo fundamental para garantir a fidelidade das medidas e dimensões dos equipamentos, bem como dos materiais, seus componentes e suas devidas localizações.

### Aplicação

• Esta técnica é utilizada no controle dos requisitos de fabricação industrial para o dimensionamento de diversos equipamentos, peças e acessórios, além da determinação das bases de equipamentos e marcos de localização em instalações industriais. A atividade de Controle Dimensional é dividida por área de atuação devido a características específicas, conhecidas como modalidade (Caldeiraria e Tubulação, Mecânica, Topografia e Montagem de Máquinas).

O profissional que atua na modalidade de caldeiraria e tubulação desempenha atividade de dimensionamento em vários tipos de equipamentos de construção soldada, como, tanques, tubulações, vasos de pressão e estruturas metálicas, através do manuseio de diversos instrumentos e interpretação de desenhos técnicos.

Na modalidade de mecânica, a atividade do profissional visa garantir as características dimensionais de roscas, engrenagens, flanges e polias, além da verificação de acabamento superficial e tolerâncias para ajuste de acoplamentos com folga e ajuste com interferência.

O profissional de topografia utiliza um instrumento de precisão óptico que verifica ângulos verticais e horizontais, conhecido como estação total e teodolito, este profissional estabelece, a orientação de equipamentos com marcos auxiliares, onde executa a locação e projeção de chumbadores, localização e o nivelamento de base de equipamentos industriais, posicionamento e nivelamento de estruturas metálicas, escadas, suportes de tubulação, alinhamento e prumo de estruturas de concreto.

Na modalidade de montagem de máquinas o profissional estabelece também a verificação do nivelamento de bases de máquinas, alinhamento de eixos de máquinas, além da análise das vibrações e balanceamento de bombas, turbinas e compressores.

### Características específicas do método

• Estabelece a alta confiabilidade técnica necessária aos materiais, equipamentos e acessórios, garantindo tanto a segurança operacional dos processos como a segurança patrimonial dos investimentos de um projeto.

• As inspeções são frequentes desde o recebimento da matéria-prima até as últimas etapas de fabricação, e se estendendo na montagem de estruturas metálicas, tubulações, vasos de pressão, caldeiras, navios e em diversas aplicações seriadas.

• Todas as operações realizadas no controle dimensional são ditadas por uma série de normas que regem as dimensões de um projeto e especificam tipos de procedimentos, tolerâncias, instrumentos a serem utilizados e outros aspectos específicos.

Quanto ao inspetor em controle dimensional, este deve conhecer profundamente o campo de atuação e os procedimentos adequados para a prática de controle das diversas dimensões de um projeto. O inspetor deve ter pleno domínio das técnicas de medição aplicáveis à peça ou equipamento, devendo determinar qual a técnica de medição é a mais adequada para obter uma grandeza dimensional confiável e assim definir o destino de uma peça ou um equipamento.

Normas	Título	Publicação
ABNT NBR 15523	Qualificação e certificação de inspetor de Controle Dimensional	2012

## CORRENTES PARASITAS

Método no qual é induzido um fluxo de correntes elétricas (Correntes Parasitas) no objeto sob ensaio, por meio de uma ou mais bobinas. Variações ocorridas nesse fluxo, causadas por diferentes alterações no objeto, são refletidas nessas bobinas e podem ser lidas/medidas/registradas por voltímetros, osciloscópios, mostradores digitais, registradores, etc.

### Aplicação

- Este método de ensaio só pode ser aplicado a materiais eletricamente condutores que podem ser ferromagnéticos e não ferromagnéticos;
- Os mais diversos produtos siderúrgicos, nas formas de tubos, barras, chapas, arames, podem ser inspecionados por esta técnica de ensaio, bem como produtos de autopeças, tais como parafusos, porcas e chavetas, eixos, comandos, barras de direção, discos e painéis de freio. Na área aeronáutica este ensaio é muito utilizado nas inspeções de fuselagem, asas e estabilizadores, turbinas e motores, trem de pouso e rodas.
- O método de Correntes Parasitas é muito utilizado para detectar pontos de corrosão, os mais diversos tipos de discontinuidades, como trincas por fadiga, trincas térmicas, perdas de material por erosão localizada ou generalizada, perda de material por corrosão localizada, tais como "pittings", cavidades e redução de espessura. É muito utilizado para detectar trincas de fadiga e corrosão em componentes e estruturas aeronáuticas, e em tubos instalados em trocadores de calor e caldeiras, permitindo fazer o controle de espessura de tubos instalados em equipamentos de troca térmica.
- Além disso, permite diferenciar/separar peças metálicas seriadas quanto à composição química (ligas), dureza, microestrutura, condição de tratamento térmico, etc.; medir condutividade elétrica em materiais não ferromagnéticos; medir espessuras de camadas não condutoras sobre metais condutores ferromagnéticos e não ferromagnéticos, como igualmente nas medições de espessuras de camadas de tinta; medir espessuras de camadas de material metálico não ferromagnético sobre material base ferromagnético, em situações típicas de medição de espessura de camada de material austenítico depositada sobre material ferrítico.

### Características específicas do método

- Aplica-se, sobretudo, a metais não ferromagnéticos, mas também a metais ferromagnéticos;
- Não há a necessidade de contato físico entre a sonda, a bobina ou o conjunto de bobinas e a superfície da peça a ensaiar, embora a distância entre elas deva ser a menor possível;
- Não necessita de material de consumo (consumíveis);
- Não exige uma preparação superficial rigorosa das peças a serem inspecionadas, embora rugosidade excessiva e/ou corrosão, possam resultar em dificuldades ao procedimento;
- O método possibilita elevado grau de automatização e, em alguns casos, elevadas velocidades de inspeção possam ser conseguidas;
- Em muitas aplicações, o ensaio pode se adaptar à condição passa/não passa.
- A profundidade de penetração das correntes parasitas no material, torna o ensaio muitas vezes bastante limitado, apresentando forte dependência com a frequência de ensaio e com as características elétricas e magnéticas do material a ser ensaiado; A existência de mais de uma variável pode afetar os resultados do ensaio, porém, com a utilização de sondas adequadas, é possível contornar o problema e obter bons resultados;
- Em algumas aplicações de discontinuidades em materiais ferromagnéticos, é necessário aplicar uma forte magnetização ao material e, se necessário, desmagnetizá-lo após o ensaio;
- Muitas vezes, com a utilização de sondas adequadas, a sensibilidade do ensaio para detectar discontinuidades superficiais pode ser muito próxima à obtida com outros métodos de ensaios superficiais, como Partículas Magnéticas e Líquido Penetrante, e com a vantagem da avaliação da profundidade da discontinuidade detectada.

<b>Normas</b>	<b>Títulos</b>	<b>Publicação</b>
ABNT NBR 8860	Ensaio Não Destrutivos – Correntes Parasitas – Procedimento para inspeção de tubos de aço utilizando saturação magnética	2008 Confirmada em 2014
ABNT NBR 8861	Ensaio Não Destrutivos – Correntes Parasitas – Detecção de descontinuidades por Correntes Parasitas (eddy-current) de tubos de aço inoxidável austenítico e ligas similares	2009 confirmada em 2014
ABNT NBR 15193	Ensaio não destrutivos — Correntes Parasitas — Tubos não ferromagnéticos instalados em trocadores de calor	2016
ABNT NBR 15246	Ensaio Não Destrutivos – Ensaio por campo remoto em tubos r ferromagnéticos instalados em trocadores de calor	2012 Confirmada em 2016
ABNT NBR 15548	Ensaio Não Destrutivos – Procedimento de Ensaio para o setor aeronáutico	2008 Confirmada em 2014
ABNT NBR NM 316	Ensaio Não Destrutivos – Correntes Parasitas – Terminologia	2007
ISO 12718	<i>Non-Destructive Testing – Eddy current testing – Vocabulary</i>	2008
ISO 15549	<i>Non-Destructive Testing – Eddy current testing – General principles</i>	2008
ISO 15548-1	<i>Non-destructive testing -- Equipment for eddy current examination -- Part 1: Instrument characteristics and verification</i>	2013
ISO 15548-2	<i>Non-Destructive Testing – Equipment for eddy current examination Part 2: Probe characteristics and verification</i>	2013
ISO 15548-3	<i>Non-Destructive Testing – Equipment for eddy current examination Part 3: System characteristics and verification</i>	2008

## EMISSÃO ACÚSTICA

É um fenômeno que ocorre quando uma descontinuidade é submetida a solicitação térmica ou mecânica e apresenta tendência a se propagar. Devido a estas solicitações, a zona plastificada na ponta desta descontinuidade sofrerá uma perturbação com um rearranjo plástico, sendo esta, a fonte de ondas de tensão na forma de ondas mecânicas transientes. A emissão acústica também poderá ser originada através da ocorrência de outros fenômenos tais como: quebra de óxidos (produtos de corrosão), descargas parciais, rupturas de fibras de vidro, fraturas de resinas, fissuras de concreto entre tantas outras fontes de atividade estrutural.

A técnica consiste em captar estas perturbações e sinais sonoros através de transdutores piezoelétricos instalados de forma estacionária sobre a estrutura. Estes receptores passivos, estimulados pelas ondas transientes, transformam a energia mecânica em sinais elétricos, sendo estes digitalizados e arquivados para análise através de parâmetros representativos da técnica.

### Aplicação

- Equipamentos metálicos pressurizados, como vasos de pressão, esferas, reatores, colunas, trocadores de calor, tubulações, cilindros de alta pressão, etc.;
- Equipamentos metálicos de pressão atmosférica, tais como tanques de armazenamentos e silos, em todos os seus componentes, fundos, costados e tetos;
- Equipamentos não metálicos pressurizados ou atmosféricos, fabricados em material plástico reforçado com fibra de vidro ou fibra de carbono, como tanques e tubulações;
- Componentes estruturais metálicos e não metálicos de aplicação automotiva, aeronáutica e aeroespacial;

- Estruturas de transporte e levantamento de cargas, tais como guindastes, pontes rolantes, transportadores de minérios, cestas aéreas, etc.;
- Detecção de vazamento em válvulas, equipamentos e tubulações, pressurizados;
- Detecção e localização de descargas parciais e outras anomalias de natureza térmica ou mecânica em transformadores e reatores de potência;
- Estruturas de concreto, tais como pontes, viadutos, barragens, etc.

**Características específicas do método**

• O ensaio é global, e pode ser realizado nas condições de serviço ou durante provas de carga, por exemplo testes hidrostáticos ou pneumáticos. O objetivo é o de avaliar a condição de integridade, localizando e classificando as áreas ativas quanto ao grau de comprometimento que eventuais descontinuidades impõem à integridade estrutural. A maior contribuição da técnica é analisar o comportamento dinâmico das descontinuidades, recurso único dentro do elenco dos Ensaios Não Destrutivos existentes.

A técnica não dimensiona ou fornece a morfologia da descontinuidade. Áreas ativas localizadas e classificadas deverão ser examinadas por técnicas de Ensaios Não Destrutivos complementares, por exemplo Ultrassom, Partículas Magnéticas, ACFM, para caracterização da morfologia e do dimensionamento dos defeitos presentes.

- Ruídos excessivos podem interferir ou até inviabilizar o ensaio.

<b>Normas</b>	<b>Título Publicação</b>	
ABNT NBR NM 302	Ensaios Não Destrutivos – Emissão Acústica – Terminologia	2012
ABNT NBR NM 303	Ensaios Não Destrutivos – Análise da Emissão Acústica de estruturas durante a estimulação controlada	2012
ABNT NBR NM 304	Ensaios Não Destrutivos – Ensaios de cilindros de aço sem costura por Emissão Acústica	2012
ABNT NBR NM 326	Ensaios Não Destrutivos – Montagem de sensores piezoelétricos de contato por Emissão Acústica – Procedimento	2014
ABNT NBR NM 333	Ensaios Não Destrutivos – Monitoração contínua por Emissão Acústica – Procedimento	2012
ABNT NBR NM 337	Ensaios Não Destrutivos – Ensaio de Emissão Acústica (EA) em vasos e tanques de plástico reforçado com fibra de vidro (PRFV) – Procedimento	2014
ABNT NBR NM 338	Ensaios não destrutivos – Ensaio de emissão acústica (EA) em tubos reforçados com resina termocurada – Procedimento	2014
ABNT NBR NM 339	Ensaios não destrutivos - Ensaio de emissão acústica (EA) em vaso de pressão metálico durante o ensaio de pressão – Procedimento	2014
ABNT NBR NM 340	Ensaios não destrutivos – Ensaio de emissão acústica (EA) de tanques metálicos de armazenamento, com líquido à pressão atmosférica e baixa pressão	2014
ABNT NBR NM 341	Ensaios não destrutivos - Ensaio de emissão acústica (EA) - Verificação de sensores	2014
ABNT NBR 15360	Ensaios não destrutivos — Emissão acústica — Caracterização do sistema de medição	2013
ABNT NBR 15361	Ensaios não destrutivos - Ensaio de emissão acústica - Determinação da reprodutibilidade da resposta do sensor de emissão acústica	2015
ABNT NBR 15404	Ensaios não destrutivos — Emissão acústica — Detecção e localização de vazamento	2013
ABNT NBR 15633	Ensaio não destrutivo - Emissão acústica - Detecção e localização de descargas parciais e anomalias térmicas e mecânicas (DPATM) em transformadores de potência e reatores isolados a óleo	2008 Confirmada em 2014
ABNT NBR 16178	Ensaios não destrutivos — Emissão acústica — Verificação do desempenho dos sensores de emissão acústica	2013

ISO 12713	<i>Non-Destructive Testing – Acoustic Emission Inspection – Primary calibration of transducers</i>	1998
ISO 12714	<i>Non-Destructive Testing – Acoustic Emission Inspection – Secondary calibration of Acoustic Emission sensors</i>	1999
ISO 12716	<i>Non-Destructive Testing – Acoustic Emission Inspection – Vocabulary</i>	2001
ISO/TR 13115	<i>Non-Destructive Testing – Methods for absolute calibration of Acoustic Emission transducers by the reciprocity technique</i>	2011
ISO 18081	<i>Non-destructive testing -- Acoustic emission testing (AT) -- Leak detection by means of acoustic emission</i>	2016
ISO 18249	<i>Non-destructive testing -- Acoustic emission testing -- Specific methodology and general evaluation criteria for testing of fibre-reinforced polymers</i>	2015

## ENSAIO RADIOGRÁFICO CONVENCIONAL

A Radiografia Industrial é um método de ensaio não destrutivo que emprega a radiação ionizante ou penetrante na inspeção de peças de qualquer forma geométrica e densidade. O ensaio é caracterizado como volumétrico e se baseia na absorção diferenciada da radiação penetrante pela peça que está sendo inspecionada. Devido à diferença na densidade e variações na espessura, ou mesmo diferenças nas características de absorção causadas por variações na composição do material, diferentes regiões de uma mesma peça absorverão quantidades diferentes da radiação penetrante. Essa absorção diferenciada de radiação poderá ser detectada por meio de um filme, ou por meio de um tubo de imagem ou mesmo medida por detectores eletrônicos de radiação. Essa variação na quantidade de radiação absorvida irá nos indicar, entre outras coisas, a existência de uma descontinuidade superficial ou interna em um material. Podem ser utilizados como fontes de radiação equipamentos elétricos geradores de raios X ou fontes seladas contendo radioisótopos que emitem radiação gama. Classificamos a radioscopia Industrial (incluindo a técnica inicialmente conhecida como fluoroscopia) como uma técnica convencional. Na Radioscopia industrial ao invés do filme radiográfico utilizamos telas fluorescentes que permitem a observação direta da imagem, ou o mais usual nos dias de hoje, de forma indireta por meio de sistemas com câmeras que enviam a imagem para monitores. A Radioscopia Industrial muitas vezes é chamada de Radiografia em tempo real ou do Inglês "Real Time".

### Aplicações

- O método é aplicado durante as etapas de fabricação, ou depois, em serviços de manutenção;
- Descontinuidades como poros e inclusões que apresentarem uma espessura variável em todas as direções, serão facilmente detectadas desde que não sejam muito pequenas em relação à espessura da peça e sua morfologia esteja favorável ao feixe de radiação. A técnica também é utilizada para detectar descontinuidades planares, como trincas e falta de fusão em chanfros de solda, cuja probabilidade de detecção depende, dentre outros fatores, da orientação da descontinuidades em relação ao feixe de radiação;
- Utilizado no ensaio de soldas, peças laminadas, fundidas ou forjadas, de ferro, aço, alumínio e outros materiais utilizados nos diversos segmentos industriais de metalurgia e mineração, petróleo e gás, petroquímico, químico, fertilizante, farmacêutico e alimentício, papel e celulose, hidrelétrico, automotivo, naval, nuclear, energia e sistemas de geração de vapor.
- A Radioscopia Industrial é mais utilizada na inspeção de produção de peças em linha e em tempo real

### Características específicas do método

- Registro permanente por meio de filme radiográfico industrial, facilitando auditorias de acompanhamento;
- Quando comparada ao método de ensaio por Ultrassom apresenta grande vantagem no ensaio de espessuras abaixo de 6 mm;
- Possibilidade de digitalização facilitando a análise e laudo através de programas específicos e arquivamento por meio de dispositivos

de armazenamento tais como CD, DVD, HD e SSD;

- A Radioscopia Industrial tem a grande vantagem de mostrar uma visão tridimensional da descontinuidade em tempo real, se a peça for manipulada dentro do feixe de radiação.
- Visualização em tempo real no caso de Radioscopia Industrial.
- Apresenta limitações na detecção de descontinuidades planares, uma vez que a orientação destas descontinuidades em relação ao feixe influencia diretamente a detecção;
- Devido ao emprego de radiação ionizante o ensaio requer a adoção de procedimentos de radioproteção para preservar a saúde e integridade dos operadores e dos indivíduos do público. Estes procedimentos incluem o isolamento da área de exposição, que interfere com a atividade de produção e eventualmente resulta na realização dos ensaios em horário noturno;
- Além do atendimento às normas de proteção radiológica, são necessárias a dosimetria dos operadores (indivíduos ocupacionalmente expostos) e dos ambientes, com o emprego de instrumentos medidores e monitores de radiação registrados e calibrados em laboratórios credenciados pela CNEN;
- A área de execução do ensaio deve estar livre de pessoas e atender as normas de radioproteção.

<b>Normas</b>	<b>Títulos</b>	<b>Publicação</b>
ABNT NBR 15739	Ensaaios Não Destrutivos – Radiografia em juntas soldadas – Detecção de descontinuidades	2009 Confirmado em 2015
ABNT NBR 15740	Ensaaios Não Destrutivos – Radiografia Industrial – Requisitos mínimos do negatoscópio	2009
ABNT NBR 15817	Ensaaios Não Destrutivos – Radiografia em fundidos – Detecção de descontinuidades	2012
ABNT NBR NM 314	Ensaaios Não Destrutivos – Radiografia Industrial – Terminologia	2007
ABNT NBR NM ISO 5579	<i>Non-destructive testing -- Radiographic testing of metallic materials using film and X- or gamma rays -- Basic rules</i>	2013
ISO 5576	<i>Non-destructive testing – Industrial X-ray and gamma-ray radiology – Vocabulary</i>	1997
ISO 5579	<i>Non-destructive testing – Radiographic examination of metallic materials by X- and gamma rays – Basic rules</i>	2013
ISO 5580	<i>Non-Destructive Testing – Industrial Radiographic illuminators Minimum requirements</i>	1985
ISO 11699-1	<i>Non-Destructive Testing – Industrial Radiographic Films - Part 1: Classification of film systems for Industrial Radiography</i>	2008
ISO 11699-2	<i>Non-Destructive Testing – Industrial Radiographic Films - Part 2: Control of film processing by means of reference values</i>	1998
ISO 16526-1	<i>Non-Destructive Testing – Measurement and evaluation of the X-ray tube voltage – Part 1: Voltage divider method</i>	2011
ISO 16526-2	<i>Non-Destructive Testing – Measurement and evaluation of the X-ray tube voltage – Part 2: Constancy check by the thick filter method</i>	2011
ISO 16526-3	<i>Non-Destructive Testing – Measurement and evaluation of the X-ray tube voltage – Part 3: Spectrometric method</i>	2011
ISO 19232-1	<i>Non-Destructive Testing – Image quality of radiographs – Part 1: Determination of the image quality value using wire-type image quality indicators</i>	2013

ISO 19232-2	<i>Non-Destructive Testing – Image quality of radiographs – Part 2: Determination of the image quality value using step/hole-type image quality indicators</i>	2013
ISO 19232-3	<i>Non-Destructive Testing – Image quality of radiographs – Part 3: Image quality classes</i>	2013
ISO 19232-4	<i>Non-Destructive Testing – Image quality of radiographs – Part 4: Experimental evaluation of image quality values and image quality tables</i>	2013
ISO 19232-5	<i>Non-destructive testing -- Image quality of radiographs - Part 5: Determination of the image unsharpness value using duplex wire-type image quality indicators</i>	2013
SO 17636-1	<i>Non-destructive testing of welds -- Radiographic testing -- Part 1: X- and gamma-ray techniques with film</i>	2013

## ENSAIO RADIOGRÁFICO DIGITAL

A radiografia digital compreende todas as outras técnicas onde ocorre a substituição do filme radiográfico convencional (industrial) ou da tela fluorescente, pela geração de uma imagem digitalizada que será analisada na tela de um computador. As técnicas mais utilizadas são:

- (1) Digitalização de filmes;
- (2) Radiografia Computadorizada – RC, do Inglês *Computed Radiography* – CR;
- (3) Radiografia Direta – RD, do Inglês *Direct Radiography* - DR;
- (4) Tomografia Industrial Computadorizada.

Cada uma das técnicas citadas possuem vantagens e desvantagens, neste item estão apresentadas de forma geral as aplicações, vantagens e desvantagens da radiografia digital e posteriormente de forma mais detalhada as diferenças entre as diversas técnicas citadas anteriormente.

### Aplicação

As aplicações são as mesmas da radiografia convencional, entretanto uma série de outros empregos podem ser possíveis devidos aos recursos para análise dos resultados, dentre estas outras possibilidades temos a medição de espessura, inspeção de sedes de válvulas, inspeção de linhas elétricas energizadas, avaliação de danos por corrosão, detecção de obstruções ou incrustações em linhas. Vale ressaltar que a possibilidade de análise dos resultados por meio de programas específicos instalados em computadores e da aplicação de diversos recursos e filtros, permite o ensaio de peças de formatos variáveis, desde peças fundidas do setor automotivo a pequenas placas eletrônicas.

### Características específicas do método

- Geração de imagens digitais com possibilidade de otimização das condições de laudo (uso de filtros, métodos automáticos de segmentação e classificação de defeitos, etc.);
- Ampla faixa dinâmica, possibilitando a radiografia de peças com grandes variações de espessura em uma única exposição (principalmente na radiografia direta);
- Não utiliza produtos químicos para o processamento dos filmes contribuindo para economia de água e preservação do meio ambiente;
- Facilidade no armazenamento e processamento digital da imagem;
- Redução das doses de radiação
- Exige um grande investimento em equipamentos;
- Para inspeção de soldas o tempo de inspeção pode ser igual ou superior ao da Radiografia Convencional, dependendo da técnica empregada.

- Requer um treinamento adicional dos operadores e inspetores.

## (1) Digitalização de filmes

Visando aplicar modernos meios de suporte computacional para análise, transmissão e armazenamento de informações contidas em filmes radiográficos, a técnica de digitalização de filmes foi desenvolvida de modo a possibilitar a conversão de radiografias convencionais em dados digitais. Neste caso, a técnica de ensaio empregada é a Radiografia convencional, mas o armazenamento das imagens é realizado por meio de dispositivos de armazenamento. Um sistema de digitalização de filmes consiste de um escâner de digitalização de filmes e de um monitor. A grande vantagem da digitalização de filme consiste na possibilidade de geração de imagens digitais com possibilidade de otimização das condições de análise e dispensa a necessidade de se manter um espaço físico controlado para o armazenamento e conservação das radiografias convencionais.

## (2) Radiografia Computadorizada-RC (Computed Radiography – CR)

A Radiografia Computadorizada é técnica de inspeção que se utiliza de um sistema constituído por placas de fósforo (*Imaging Plates - IPs*), um escâner radiográfico e um monitor. O princípio físico e as aplicações da Radiografia Computadorizada são similares à Radiografia Convencional; a grande diferença se deve à forma de obtenção e extração da imagem. As placas de fósforo, após expostas à radiação, armazenam a imagem latente em sua estrutura, e esse armazenamento é função da energia da radiação incidente e proporcional à dose recebida. Quando da leitura de uma placa, por meio de um laser de comprimento de onda adequado, ocorre emissão de energia na forma de luz azul, segundo o mecanismo conhecido Luminescência Foto estimulada. O escâner radiográfico, além de extrair da placa de fósforo a imagem latente, converte a resposta emitida em uma imagem digital que pode ser prontamente observada na tela de um computador. Ao final do processo de varredura, a placa deve ser submetida à luz branca intensa e para poder ser utilizada em uma nova exposição radiográfica. A reutilização das placas de fósforo (CR) depende dos cuidados dos operadores e do sistema de varredura, que pode danificar as placas. Um fator que pode ser uma desvantagem desta técnica é o tempo de exposição no caso do ensaio em soldas, uma vez que o tempo pode ser igual ou maior do que o empregado na radiografia convencional em determinadas aplicações.

## 3) Radiografia Direta – DR (Direct Radiography – RD)

É a técnica de radiografia digital que dispensa a manipulação de filmes ou o processo de escaneamento como acontece com as placas de fósforo, para obtenção das imagens. Um sistema de radiografia direta é formado por um detector digital (conhecido como *flat panel* ou painel plano ou *Digital Detector Array – DDA*) e um monitor. A imagem radiográfica do objeto inspecionado é formada no flat panel, que possui inúmeros sensores individuais os quais convertem a radiação que atravessa a peça em uma carga elétrica proporcional à dose recebida, e se apresenta na tela do computador em tempo real. Nesta técnica as imagens são geradas em tempo real e sem a formação da imagem latente. Uma grande vantagem é a possibilidade de grandes reduções no tempo de exposição, além da ampla faixa dinâmica, possibilitando radiografia de peças com grande variação de espessura em uma única exposição. Como desvantagens, podemos citar os custos dos detectores e o fato de serem rígidos e muito sensíveis às condições de campo, como poeira, calor e umidade.

## (4) Ensaio por Tomografia Industrial Computadorizada

A tomografia computadorizada baseia-se nos mesmos princípios físicos da Radiografia convencional, entretanto não utiliza filmes radiográficos para registro dos resultados. Nesta técnica, utilizam-se combinações de muitas imagens de raios X processadas por computador, em diferentes ângulos, para produzir imagens da seção transversal do objeto. Com esse objetivo, a peça é exposta a um feixe estreito de raios X que a atravessa em vários planos ou camadas. Estas camadas são obtidas girando-se a peça 360° em um eixo perpendicular ao feixe de raios X, projetando sua imagem em um detector do tipo flat panel. Após esse processo de aquisição, as imagens são usadas em um processo de reconstrução que gera um volume tridimensional (3D) da peça, permitindo que a peça possa ser cortada virtualmente em planos para análise. A visualização é feita através de monitores de alta resolução.

O aparelho que obtém as imagens possui, em um de seus lados uma ampola que emite raios X e do lado oposto um detector do tipo *flat*

*panel* que capta a radiação e gera as imagens, transmitindo-as a um computador conectado ao sistema.

A tomografia computadorizada pode ser utilizada no dimensionamento e inspeção de peças/componentes para as indústrias automotiva, aeroespacial e eletrônica, na caracterização de amostras em geologia e estudos em ciência dos materiais.

A maior vantagem da tomografia computadorizada em relação à Radiografia convencional é que ela permite gerar um modelo 3D e conseqüentemente o estudo de cortes planares da peça (seções transversais), enquanto aquela apenas mostra as estruturas da peça sobrepostas em um único plano (projeção), permitindo, assim, uma imagem espacial e maior nitidez. Outra vantagem é que ela permite distinguir menores diferenças de densidade no volume das peças e desta forma é capaz de captar descontinuidades que não seriam visualizadas em radiografias por meio das técnicas de radiografia convencional, computadorizada ou direta. A técnica também permite um cálculo preciso do volume e do tamanho das porosidades existentes na peça, assim como a identificação de trincas independente de sua orientação.

Além da aplicação em END, a técnica permite o seu uso na metrologia, onde é possível utilizar sua precisão para medições de elementos da peça e comparação a um modelo desenhado em CAD 3D.

Como desvantagens, podemos citar a necessidade de um tempo de aquisição e reconstrução muito alto, conforme a qualidade e a resolução requeridas. Devido a necessidade de se expor a peça por todos os lados, a energia requerida pode acabar sendo muito maior que a energia requerida na radiografia convencional. A aplicação desta técnica normalmente é feita em laboratórios, uma vez que as peças devem ser colocadas dentro do tomógrafo para a sua análise. Ainda não existem sistemas portáteis comerciais para a inspeção de campo.

<b>Normas</b>	<b>Títulos</b>	<b>Publicação</b>
ABNT NBR 15782	Ensaio Não Destrutivo – Radiografia Industrial – Digitalização de filme	2012
ABNT NBR 15783	Ensaio Não Destrutivo – Radiografia Industrial – Medição de Espessura em serviço de tubulações e acessórios com uso de Radiografia Computadorizada	2012
ABNT NBR 15790-1	Ensaio Não Destrutivo – Radiografia Industrial – Inspeção de soldas por Radiografia Computadorizada – Parte 1: Técnica de parede dupla vista dupla	2012
ISO 10893-7	<i>Non-destructive testing of steel tubes -- Part 7: Digital radiographic testing of the weld seam of welded steel tubes for the detection of imperfections</i>	2011
ISO 14096-1	<i>Non-Destructive Testing – Qualification of Radiographic Film Digitisation systems - Part 1: Definitions, quantitative measurements of image quality parameters, standard referenc film and qualitative control</i>	2005
ISO 14096-2	<i>Non-Destructive Testing – Qualification of Radiographic Film Digitisation systems -Part 2: Minimum requirements</i>	2005
ISO 15708-1	<i>Non-Destructive Testing – Radiation Methods – Computed Tomography -- Part 1: Principles</i>	2002
ISO 15708-2	<i>Non-Destructive Testing – Radiation Methods – Computed Tomography – Part 2: Examination practices</i>	2002
ISO 16371-1	<i>Non-Destructive Testing – Industrial Computed Radiography with storage phosphor imaging plates – Part 1: Classification of systems</i>	2011
ISO 17636-2	<i>Non-destructive testing of welds -- Radiographic testing -- Part 2: X- and gamma-ray techniques with digital detectors</i>	2013

**ENSAIO VISUAL**

É uma dos métodos mais antigos utilizados na inspeção em diversos setores industriais. Normalmente é o primeiro Ensaio Não Destrutivo aplicado a qualquer tipo de peça ou componente, estando presente em praticamente todos os processos de fabricação e monitoramento de condições de trabalho.

A inspeção visual é um importante recurso na verificação de alterações dimensionais, padrão de acabamento superficial e observação de descontinuidades superficiais em produtos fundidos, forjados, laminados e soldados.

O ensaio visual realizado a olho nu permite uma forma rápida e simples de observar e identificar vários tipos de problemas. Está técnica é conhecida como Exame Visual Direto. Existem casos nos quais a inspeção de peças e componentes não permitem o acesso interno para sua verificação (dentro de motores, turbinas, bombas, tubulações, etc) e nestes casos a utilização de sistemas compostos de fibras óticas conectadas a espelhos ou microcâmeras de TV com alta resolução e com o auxílio de sistemas de iluminação são eficientes. Esta técnica é conhecida como Exame Visual Remoto. Estes sistemas são conhecidos como videoscópio ou boroscópio, dependendo das suas características.

Como o próprio exame é conhecido “Ensaio Visual”, então podemos imaginar que devemos ter um cuidado muito grande com a nossa visão, realizando todos os exames e cuidados necessários para manter uma boa visão, seja ela com ou sem o auxílio de lentes corretivas. É de grande importância para um bom resultado da inspeção que a superfície, seja preparada adequadamente e a iluminação desejada, sempre atendo os procedimentos destinados ao ensaio.

**Aplicação**

- É um importante recurso na verificação de alterações dimensionais, padrão de acabamento superficial e na observação de descontinuidades superficiais visuais em materiais e produtos em geral, tais como trincas, corrosão, deformação, alinhamento, cavidades, porosidade, montagem de sistemas mecânicos, variações em superfície pintada e muitos outros;
- Vem sendo largamente utilizado na detecção de descontinuidades superficiais em soldas, fundidos, forjados que são utilizados nos diversos setores industriais: aeronáutico, nuclear, petróleo, químico, siderúrgico e ferroviário, tornando-se uma das principais ferramentas para inspeção de componentes e equipamentos, inclusive na verificação da sua condição de operação e manutenção.

**Características específicas do método**

- Aplicável a todos os materiais e equipamentos; pode ser realizada em superfícies planas ou curvas e mesmo naquelas de difícil acesso; possível de ser realizado em peças ou equipamentos de geometria complexa; possibilidade de identificação rápida de descontinuidades;
- Grande simplicidade da realização da inspeção quando utilizamos a técnica ensaio visual direto.
- Baixo custo
- Necessidade de limpeza prévia da superfície, deixando-a isenta de imperfeições que podem mascarar o ensaio;
- Necessidade de uma iluminação superficial adequada para identificação das descontinuidades

Normas	Títulos	Publicação
ABNT NBR NM 315	Ensaaios Não Destrutivos – Ensaio Visual – Procedimento	2007
ABNT NBR NM 329	Ensaaios Não Destrutivos – Ensaio Visual – Terminologia	2011
ISO 3057	<i>Non-Destructive Testing – Metallographic replica techniques of surface examination</i>	1998
ISO 3058	<i>Non-Destructive Testing – Aids to visual inspection – Selection of low-power magnifiers</i>	1998

## ESTANQUEIDADE

Sua finalidade é verificar vazamentos gerados por discontinuidades (trincas/rachaduras, apertos mal feitos em peças de equipamentos como carcaças de bombas, compressores e vasos de pressão, por exemplo. Este método é aplicado em larga escala em vários tipos de equipamentos e sua finalidade é detectar discontinuidades passantes, ou seja, que podem gerar um vazamento de líquidos ou gases de um recipiente. A detecção de discontinuidades passantes pode ser feita através de diversas técnicas como: Técnica da Bolha, Ultrassom, Variação de Pressão, Detecção de Gás Rastreador. A utilização da técnica depende principalmente do tipo de equipamento que se pretende ensaiar e do tipo de vazamento (taxa de vazamento).

### Aplicação

- Detecção de vazamentos em equipamentos diversos, industriais tais como: bombas, compressores, turbinas a vapor ou a gás, tubos e produtos da linha branca (geladeiras e freezers, recipientes contendo gás ou líquido), botijão de gás de cozinha ou cilindros com gases industriais, componentes eletrônicos especiais, termostatos contendo líquido, relé contendo gás e equipamentos em geral que trabalham com pressão ou vácuo, utilizados em diversos setores industriais como petróleo/petroquímico, naval e nuclear. Em geral, todo ativo que tem armazenamento de fluido, seja ele gasoso ou líquido, pode ser aplicada esta técnica de inspeção.

### Características específicas do método

- Possui várias técnicas que permitem detectar vazamentos muito pequenos.
- Algumas técnicas são muito simples como a técnicas da bolha. Por exemplo: bolha da espuma de sabão em uma tubulação de gás.
- As técnicas mais sofisticadas exigem um investimento muito alto e qualificação dos inspetores.

Normas	Títulos	Publicação
ABNT NBR 15571	Ensaio não destrutivo — Estanqueidade — Detecção de vazamentos	2013
ISO 3530	<i>Vacuum technology – Mass-spectrometer-type leak-detector calibration</i>	1979

## ESTANQUEIDADE APLICADA NA ÁREA DE SANEAMENTO

Este método é utilizado pelas companhias de saneamento para a detecção de vazamentos nas tubulações existentes, possibilitando uma diminuição das perdas de água. Nesse método, são utilizados basicamente três equipamentos: haste de escuta, geofone eletrônico e o correlacionador de ruídos. A haste de escuta é utilizada para se obter um primeiro mapeamento das indicações de ocorrências de vazamentos. O geofone eletrônico e o correlacionador são utilizados em uma segunda fase, analisando-se os pontos suspeitos identificados através da haste de escuta. Estes dois últimos equipamentos são ferramentas essenciais para a localização e confirmação de vazamentos.

### Aplicação

- Detecção de vazamentos não visíveis de líquidos sob pressão em tubulações enterradas.

### Características específicas do método

- Dependendo do método utilizado, torna-se um ensaio muito simples e de baixo custo, permitindo a localização do vazamento e oferecendo boas medidas quantitativas.
- Quando for necessária a utilização de métodos mais sofisticados, torna-se um ensaio mais caro e que exige profissionais com conhecimentos técnicos mais aprofundados e/ou larga experiência. Alguns métodos simples de ser aplicados estão limitados para a

detecção de vazamentos em tubulações de grandes diâmetros.

Normas	Títulos	Publicação
ABNT NBR 15182	Ensaaios não destrutivos — Estanqueidade para saneamento básico — Terminologia	2015
ABNT NBR 15183	Ensaaios não destrutivos — Estanqueidade para saneamento básico — Procedimento para tubulações pressurizadas	2013
ABNT NBR 16153	Ensaaios Não Destrutivos – Estanqueidade para saneamento básico – Qualificação e certificação de pessoal	2013

## LÍQUIDO PENETRANTE

O ensaio de Líquido Penetrante é um ensaio não destrutivo que detecta descontinuidades na superfície de materiais sólidos e não porosos. Para a realização do ensaio são utilizados produtos conhecidos como materiais penetrantes. Estes materiais penetrantes são basicamente compostos de produtos de limpeza, líquido penetrante e revelador.

A base do ensaio é a propriedade que todos os líquidos possuem de penetrar em pequenas aberturas, conhecido como capilaridade. Trincas, poros, rechupes e outras descontinuidades superficiais podem ser detectadas pelo ensaio de líquido penetrante.

De forma resumida, este ensaio consiste em preparar uma superfície eliminando as impurezas e sujeiras. Após a preparação e limpeza será aplicado em toda superfície a ser analisado, um líquido chamado de Líquido Penetrante. Após aguardar um tempo de contato entre o líquido e a superfície (tempo de penetração), todo o excesso que está na superfície será removido deixando a superfície aparentemente sem resíduos do líquido penetrante. Será aplicado então o líquido chamado de revelador. O líquido que penetrou nas pequenas aberturas vai interagir com o revelador e estes locais com presenças de descontinuidades vão gerar “manchamentos” visíveis na camada de revelador aplicado.

Existem diversas variações deste ensaio de acordo com as necessidades. As Variações podem ser quanto a remoção do excesso (com água, solvente ou com água após a emulsificação) ou ainda quanto a visibilidade (colorido ou fluorescente). Na técnica colorida as indicações provenientes do ensaio serão visualizadas através da visualização de indicações vermelhas provocadas pelo líquido penetrante que sai das descontinuidades e que apresentam um grande contraste com a superfície branca formada pelo revelador. Na técnica fluorescente as indicações são observadas com o auxílio de um equipamento de Luz ultravioleta que provoca no líquido penetrante a fluorescência, facilmente detectada em um ambiente escurecido. Esta última forma de visualização citada garante uma maior sensibilidade no ensaio.

### Aplicação

- Destina-se à detecção de descontinuidades superficiais em materiais não porosos, ferrosos e não ferrosos.
- Pode ser utilizado também na detecção de vazamentos em tubos, tanques, soldas e componentes (ensaio de capilaridade);
- Alguns exemplos típicos de materiais que podem ser ensaiados são: aços carbonos em geral, aços inoxidáveis, alumínio, bronze, titânio, vidros e certos tipos de plásticos.

### Características específicas do método

- Aplicável em materiais magnéticos ou não magnéticos;
- Fácil visualização e caracterização da descontinuidade;
- Aplicável em peças de geometrias complexas;
- Pode ser aplicado em ambientes escurecidos (técnica fluorescente) ou em grandes áreas.
- Existem conjuntos (Kits) contendo 3 latas (limpador, penetrante e revelador), o que garante portabilidade e grande versatilidade na execução do ensaio.

- Com as técnicas convencionais não é aplicável em materiais porosos;
- Necessidade do tratamento dos resíduos gerados pelo ensaio;
- O ensaio convencional não gera registro permanente;
- Necessidade de limpeza rigorosa antes da execução do ensaio.

<b>Normas</b>	<b>Títulos</b>	<b>Publicação</b>
ABNT NBR NM 327	Ensaio Não Destrutivo – Líquido Penetrante – Terminologia	2011
ABNT NBR NM 334	Ensaio Não Destrutivo – Líquido Penetrante – Detecção de descontinuidades	2012
ABNT NBR 15691	Ensaio não destrutivo - Líquido penetrante - Prática padronizada	2009 Confirmada em 2014
ABNT NBR 16450	Ensaio não destrutivo — Líquido penetrante — Qualificação de procedimento	2016
ISO 3059	<i>Non-Destructive Testing – Penetrant Testing and Magnetic Particle Testing – Viewing conditions</i>	2012
ISO 3452-1	<i>Non-destructive testing -- Penetrant testing -- Part 1: General principles</i>	2013
ISO 3452-2	<i>Non-Destructive Testing – Penetrant Testing – Part 2: Testing of penetrant materials</i>	2013
ISO 3452-3	<i>Non-Destructive Testing – Penetrant Testing -- Part 3: Reference test blocks</i>	2013
ISO 3452-4	<i>Non-Destructive Testing – Penetrant Testing – Part 4: Equipment</i>	1998
ISO 3452-5	<i>Non-Destructive Testing – Penetrant Testing – Part 5: Penetrant Testing at temperatures higher than 50 degrees C</i>	2008
ISO 3452-6	<i>Non-Destructive Testing -- Penetrant Testing -- Part 6: Penetrant testing at temperatures lower than 10 degrees C</i>	2008
ISO 12706	<i>Non-destructive testing -- Penetrant testing – Vocabulary</i>	2009

## MEDIÇÃO DE POTENCIAL ELETROQUÍMICO

A Medição de Potencial Eletroquímico é um Ensaio Não Destrutivo de fundamental importância para uma estrutura marítima submersa, já que, por intermédio deste teste, determina-se o potencial da estrutura em relação ao meio, com a finalidade de avaliar a condição do material metálico, ou seja, se o mesmo está protegido ou não dos processos corrosivos. A medição de potencial eletroquímico objetiva verificar se uma estrutura está protegida contra a corrosão, mais especificamente se o sistema de proteção contra a corrosão de estruturas ou componentes metálicos está atuando corretamente evitando a deterioração desta estrutura ou componente metálico.

### Apliação

• As instalações marítimas constituem uma gama de estruturas nas quais a proteção catódica tem vasto emprego. É o caso de Piers com estacas tubulares metálicas, boias de sinalização e amarras, bem como embarcações metálicas de qualquer tipo, além de plataformas metálicas dos mais variados tipos, usadas na exploração e produção de petróleo no mar, equipamentos de produção de petróleo, dutos marítimos e terrestres, etc.

### Características específicas do método

• Manutenção da integridade de instalações e equipamentos;

- Garantia da segurança durante as operações das instalações e equipamentos, evitando paradas operacionais, lucros cessantes, acidentes e desastres ambientais.

Normas	Títulos	Publicação
ABNT NBR 16482	Ensaio não destrutivo - Medição de potencial eletroquímico - Inspeção subaquática	2016

## MFL - MAGNETIC FLUX LEAKAGE

O método de ensaio não destrutivo de vazamento de fluxo magnético é mais conhecido pela abreviatura MFL, do termo em inglês Magnetic Flux Leakage, sendo baseado no princípio físico de fuga do fluxo magnético quando da presença de descontinuidades orientadas perpendicularmente às linhas de magnetização. O objetivo do ensaio é detectar e avaliar descontinuidades existentes em materiais ferromagnéticos, através da medição da intensidade do fluxo magnético que “sai” ou “vaza” do material preliminarmente magnetizado devido às descontinuidades. Este método de ensaio possui princípio físico similar ao ensaio de Partículas Magnéticas. Entretanto, neste ensaio (MFL), a avaliação do campo de fuga é efetuada por um o elemento sensor que pode ser uma bobina ou um conjunto de semicondutores, denominados elementos de efeito Hall.

A realização do ensaio por MFL parte do princípio que a peça a ser ensaiada esteja magnetizada adequadamente. Uma vez magnetizada e havendo descontinuidades superficiais ou subsuperficiais, ocorrerá um vazamento de fluxo. Quando o elemento sensor passar sobre a peça em uma região com descontinuidade, haverá a detecção da fuga ou vazamento de fluxo magnético, e a medição da intensidade deste campo de fuga indicará a existência de uma descontinuidade, sua localização na peça e, possivelmente sua gravidade.

### Aplicação

• Este método de ensaio destina-se à detecção de descontinuidades superficiais e subsuperficiais em materiais ferromagnéticos, fundidos, forjados, laminados, extrudados, soldados, usinados, etc. Tem sido largamente utilizado na inspeção de tubos de condução e tanques de armazenamento de combustíveis com a finalidade de detectar perda de espessura devido à corrosão, na inspeção de cabos de aço para detecção de fios rompidos, bem como na inspeção de fabricação de tubos de aço sem costura para detecção de descontinuidades.

### Características específicas do método

- É simples e de fácil execução, rápido e de baixo custo de operação: as indicações de descontinuidades são detectadas imediatamente à passagem do sensor e de fácil interpretação; possui alta sensibilidade na detecção de descontinuidades superficiais; pode ser realizado em peças de geometria complexa, dependendo do dispositivo de magnetizar a peça e de detectar vazamentos de fluxo magnético; na inspeção de peças seriadas, este método de ensaio permite a utilização de sistemas automatizados, gerando alta produtividade.
- Este método de ensaio aplica-se somente a materiais ferromagnéticos; pode haver necessidade de desmagnetização após realização do ensaio; muitas vezes exige a preparação prévia da superfície do material a ser ensaiado; a detecção de descontinuidades subsuperficiais é limitada em função do aumento de sua profundidade.

## PARTÍCULAS MAGNÉTICAS

O método de ensaio não destrutivo por partículas magnéticas é baseado na aplicação de um campo magnético na região ou peça de interesse. O campo magnético aplicado é conduzido pelo material através de linhas de fluxo magnético que, quando encontra uma descontinuidade se desvia do mesmo. Na superfície da região, quando isto acontece, o fluxo magnético salta a descontinuidade, saindo e retornando ao material. Este efeito é chamado de “campo de fuga”. Simultaneamente a este processo, aplica-se as partículas magnéticas sobre a mesma região. Caso ocorra o efeito do “campo de fuga” as partículas magnéticas são atraídas por ele e o seu acúmulo nesta área forma uma indicação, visível a olho nu. Tais partículas podem ser coloridas ou ainda, fluorescentes, o que define se o ensaio é visível ou fluorescente.

Existem vários tipos de equipamentos que podem ser utilizados de acordo com o tamanho da peça, do tipo, localização e orientação das descontinuidades, ou ainda de acordo com a quantidade de peças a serem ensaiadas. Os equipamentos mais comuns são os Yokes que são equipamentos portáteis para magnetização localizada e que utilizam um campo magnético longitudinal induzido no material a ser ensaiado. No ensaio de peças fundidas é frequente a utilização dos equipamentos de Eletrodos que geram um campo magnético circular, obtido através da passagem de corrente elétrica no material. Nas linhas de produção podemos ter equipamentos estacionários que utilizam um ou mais campos magnéticos aplicados de forma sequencial ou simultânea, que permite a detecção de descontinuidades em qualquer local da peça independentemente da orientação das descontinuidades.

### Aplicação

- A técnica se destina à detecção de descontinuidades superficiais e subsuperficiais em materiais ferromagnéticos.
- Este ensaio é muito utilizado para a detecção de trincas originadas na fabricação de peças fundidas, forjadas, laminadas, extrudadas, soldadas, usinadas e peças tratadas termicamente.
- É um ensaio muito sensível, principalmente na técnica fluorescente, e por isso também é aplicado na detecção de trincas de fadiga.

### Características específicas do método

- Baixo custo de execução;
- Rapidez e simplicidade de execução;
- Indicações imediatas e de fácil interpretação;
- Alta sensibilidade para detecção de descontinuidades superficiais, como as trincas de fadiga e de tratamento térmico;
- Pode ser portátil para ensaio em campo ou estacionário para alta produtividade em peças seriadas
- Possível de ser realizado em peças de geometria complexa dependendo da técnica utilizada;
- Alta produção em sistemas automatizados.
- Detecta descontinuidades sub-superficiais
- Em algumas aplicações não é necessário remoção de tintas protetivas
- É aplicável apenas aos materiais ferromagnéticos.
- Forma e orientação das descontinuidades em relação ao campo magnético interferem fortemente no resultado do ensaio, sendo necessária, em muitos casos, a realização de mais de um ensaio na mesma peça.
- O registro das indicações das descontinuidades somente pode ser obtido através de fotografias.

Normas	Títulos	Publicação
ABNT NBR NM 328	Ensaio Não Destrutivos – Partículas Magnéticas – Terminologia	2011
ABNT NBR NM 342	Ensaio não destrutivos - Partículas magnéticas - Detecção de descontinuidades	2014

ISO 9934-1	<i>Non-Destructive Testing – Magnetic Particle Testing -- Part 1: General principles</i>	2015
ISO 9934-2	<i>Non-Destructive Testing – Magnetic Particle Testing – Part 2: Detection media</i>	2015
ISO 9934-3	<i>Non-Destructive Testing – Magnetic Particle Testing – Part 3: Equipment</i>	2015
ISO 12707	<i>Non-destructive testing -- Magnetic particle testing -- Vocabulary</i>	2016

## TERMOGRAFIA

Método de inspeção realizada com a utilização de equipamentos infravermelhos para a medição sem contato de temperaturas ou observação de padrões diferenciais de distribuição térmica, com o objetivo de propiciar informações relativas à condição operacional de um componente, equipamento ou processo.

A Termografia é normalmente associada à inspeção de equipamentos através do monitoramento da condição operacional. Adicionalmente as aplicações em controle térmico de processos, detecção de fuga de gases e ensaios não destrutivos vem se desenvolvendo fortemente nos últimos anos.

Dentre as principais aplicações da Termografia podemos citar as seguintes áreas:

**Elétrica:** inspeção de sistemas elétricos em empresas de geração (hidráulica, térmica, nuclear, solar, eólica etc), transmissão e distribuição de energia. Inspeção de painéis e motores elétricos em empresas de todos os ramos de atividade.

**Mecânica:** monitoramento de sistemas mecânicos como rolamentos, mancais, acoplamentos, transmissões e roletes.

**Civil:** é aplicada na avaliação do isolamento térmico de edifícios e residências e na avaliação de condições de carga dos quadros e cabos elétricos.

**Fluxo de calor:** inspeção de revestimentos refratários em fornos petroquímicos e siderúrgicos, monitoramento de linhas isoladas, reatores e torres de refrigeração.

**Fluxo de produto:** inspeção interna de fornos de processo, monitoramento de vazamentos de gases e obstruções em tubulações de plantas industriais.

**Indústria automobilística:** no estudo do comportamento de pneumáticos, desembaçadores de para-brisas, em freios e em sistemas de refrigeração veicular.

**Indústria aeronáutica e de pás eólicas:** é empregada na inspeção de falhas e infiltrações em painéis confeccionados com materiais compósitos.

**Indústria de transporte:** é aplicada no estudo do comportamento de rodas de composições metroferroviárias, esforço aplicado nos trilhos, sistemas de freios e refrigeração.

**Ensaio Não Destrutivo (InNDT):** ensaios de materiais metálicos, poliméricos e compósitos com a utilização de técnicas do tipo: *Lock-in*, *Transiente*, *Pulsativa*, *Vibro* e *TSA* (Thermal Stress Analysis).

### Características específicas do método

- Desde seu início, em meados dos anos 60, a termografia tem se caracterizado como método de inspeção que possibilita altos retornos de investimento.
- O método não necessita de contato, ou seja, não necessita parar o processo para realizar o ensaio, sendo um ponto favorável com relação à segurança do termografista. Esta característica não intrusiva permite a continuidade operacional, motivo pelo qual a termografia foi imediatamente adotada na inspeção de sistemas elétricos energizados, vasos de pressão, caldeiras, etc.
- A visualização de distribuições térmicas e valores de temperaturas é praticamente imediata, o que facilita a localização

de anomalias e informações a respeito das condições operacionais de equipamentos e componentes, possibilitando a programação de intervenções, ou mesmo a determinação do momento crítico em que não haverá mais condições de postergar a correção das anormalidades.

- O método permite avaliação à distância
- O método permite avaliação em área de atmosferas explosivas
- O método permite avaliação sem a necessidade de abrir equipamentos
- A termografia necessita acesso visual para observação da superfície do objeto em exame. Informações a respeito de componentes internos serão detectáveis se estiverem relacionadas com padrões térmicos na superfície observável. Essa característica deve ser levada em conta, sobretudo na análise de equipamentos fechados como transformadores, fornos e reatores.

<b>Normas</b>	<b>Títulos</b>	<b>Publicação</b>
ABNT NBR 15424	Ensaaios Não Destrutivos – Termografia – Terminologia	2016
ABNT NBR 15572	Ensaaios Não Destrutivos – Termografia – Guia para inspeção de equipamentos elétricos e mecânicos	2013
ABNT NBR 15718	Ensaaios Não Destrutivos – Termografia – Guia para verificação de termovisores	2009 Confirmada em 2014
ABNT NBR 15763	Ensaaios Não Destrutivos – Termografia – Critérios de definição de periodicidade de inspeção em sistemas elétricos de potência	2009 Confirmada em 2014
ABNT NBR 15866	Ensaio Não Destrutivo – Termografia – Metodologia de avaliação de temperatura de trabalho de equipamentos em sistemas elétricos	2010 Confirmada em 2014
ABNT NBR 16292	Ensaaios não destrutivos — Termografia — Medição e compensação da temperatura aparente refletida utilizando câmeras termográficas	2014
ABNT NBR 16485	Ensaaios não destrutivos - Termografia - Medição e compensação da emissividade utilizando câmeras termográficas ou radiômetros	2016
ISO 10878	<i>Non-Destructive Testing – Infrared Thermography – Vocabulary</i>	2013

NOVO

FLIR Série-Exx™

# IMAGENS TÉRMICAS AVANÇADAS

TOTALMENTE REIMAGINADAS

A FLIR redesenhou a Série-Exx para entregar a melhor performance, resolução e sensibilidade que uma câmera térmica tipo pistola já viu. As novas câmeras da Série-Exx contam com um pacote de funcionalidades que você precisa para detectar problemas prediais, elétricos e mecânicos que podem causar sérios danos.

As Câmeras da FLIR Exx-Series agora oferecem:

- Até 464 x 348 pixels
- Tecnologia UltraMax™ para resolução 4x
- Aprimoramento de Imagens MSX®
- Medição de área na tela\*
- Display de 4" com 25% mais brilho
- Nova interface mais responsiva
- Melhorias em relatórios

\*Apenas E85/E95

Para mais informações acesse [FLIR.com.br/Exx](http://FLIR.com.br/Exx)

 **FLIR**®



*Detecte facilmente problemas elétricos e mecânicos*



*Descubra problemas prediais*

## TESTE POR PONTOS

Esse método é considerado um Ensaio Não Destrutivo desenvolvido para a classificação ou diferenciação de materiais através da análise de suas propriedades magnéticas com base na reação apresentada ao ataque de determinadas soluções químicas. Para o teste, são utilizados padrões metálicos de material conhecido para efetuar uma comparação.

### Aplicação

• O objetivo principal deste ensaio é verificar propriedades, sem danificá-los, de produtos metálicos que perderam suas identificações e/ou rastreabilidade ou para os quais existem dúvidas de sua composição química as quais estão vinculadas às suas propriedades magnéticas, dentro das ligas para os quais as normas definem faixas de composição química.

### Características específicas do método

- Baixo custo do ensaio, quando comparado a outras técnicas de laboratório ou de verificação;
- Rapidez na execução;
- Permite fácil execução no campo.
- Limitação na detecção de certos elementos químicos da composição dos produtos;
- Requer profissional treinado e certificado;
- Dificuldade na aquisição de certos reagentes químicos (custo elevado e cadastro da firma compradora no Ministério do \* Exército e na Polícia Federal);
- Necessidade de aquisição de padrões metálicos com composição química conhecida e certificada.

Normas	Títulos	Publicação
ABNT NBR 15693	Ensaaios não destrutivos — Teste por pontos — Identificação de metais e ligas metálicas	2016
ABNT NBR 16137	Ensaaios não destrutivos - Identificação de materiais por teste por pontos, espectrometria por fluorescência de raios X e espectrometria por emissão óptica	2016

## ULTRASSOM

O ensaio por ultrassom consiste na transmissão de vibrações mecânicas para o material que será inspecionado, o tempo de trânsito destas vibrações dentro do material é captado pelo equipamento, assim podemos localizar falhas internas no material. Vibrações mecânicas para serem consideradas ultrassônicas devem possuir frequência acima de 20000 Hz.

### Aplicação

- Na indústria, a maior aplicação dos Ensaaios Ultrassônicos é na detecção de falhas em peças soldadas, laminadas, fundidas; forjadas, etc.
- São usados também para a medição de espessura, e caracterização de material;

### Características específicas do método

- Permite a inspeção de peças de grande espessura;
- Alta sensibilidade (detecção de falhas na ordem de décimos de milímetros);
- Só requer acesso por um lado da peça;
- Existem equipamentos pequenos que oferecem excelente portabilidade;

- Sistemas automáticos garantem grandes velocidades de inspeção sem perda de confiabilidade e com a possibilidade de geração de registros do ensaio.
- Requer pessoal com grande experiência e qualificado para execução e interpretação dos resultados;
- Falhas próximas à superfície podem não ser detectadas;
- Difícil execução em peças de pequenos diâmetros e espessuras.

Normas	Títulos	Publicação
ABNT NBR NM 330	Ensaio não destrutivo — Ensaio por ultrassom — Princípios gerais	2011
ABNT NBR NM 335	Ensaio não destrutivo - Ultrassom - Terminologia	2012
ABNT NBR NM 336	Ensaio não destrutivo — Ultrassom em solda — Procedimento	2012
ABNT NBR 6002	Ensaio não destrutivo - Ultrassom - Detecção de descontinuidades em chapas metálicas	2015
ABNT NBR 8862	Ensaio não destrutivo - Ultrassom - Inspeção de soldas longitudinais e helicoidais em tubos metálicos	2015
ABNT NBR 15521	Ensaio não destrutivo - Ultra-som - Classificação mecânica de madeira serrada de dicitedôneas	2007 Confirmada em 2013
ABNT NBR 15922	Metrologia — Ensaio Não destrutivo — Calibração de instrumentos de ensaio por ultrassom tipo A-Scan	2011
ABNT NBR 15955	Ensaio não destrutivo — Ultrassom — Verificação dos instrumentos de ultrassom	2016
ABNT NBR 16138	Metrologia — Ensaio não destrutivo — Calibração de cabeçotes de instrumentos de ultrassom	2013
ABNT NBR 16146	Metrologia — Ensaio não destrutivo — Calibração de cabos de instrumentos de ultrassom	2013
ISO 2400	<i>Non-destructive testing -- Ultrasonic testing -- Specification for calibration block N° 1</i>	2012
ISO 5577	<i>Non-destructive testing -- Ultrasonic inspection -- Vocabulary</i>	2000
ISO 7963	<i>Non-destructive testing -- Ultrasonic testing --- Specification for calibration block N° 2</i>	2006
ISO 10375	<i>Non-destructive testing -- Ultrasonic inspection -- Characterization of search unit and sound field</i>	1997
ISO 12710	<i>Non-destructive testing -- Ultrasonic inspection -- Evaluating electronic characteristics of ultrasonic test instruments</i>	2002
ISO 12715	<i>Non-destructive testing -- Ultrasonic testing -- Reference blocks and test procedures for the characterization of contact probe sound beams</i>	2014
ISO 16810	<i>Non-destructive testing -- Ultrasonic testing -- General principles</i>	2012
ISO 16811	<i>Non-destructive testing -- Ultrasonic testing -- Sensitivity and range setting</i>	2012
ISO 16823	<i>Non-destructive testing -- Ultrasonic testing -- Transmission technique</i>	2012
ISO 16826	<i>Non-destructive testing -- Ultrasonic testing -- Examination for discontinuities perpendicular to the surface</i>	2012
ISO 16827	<i>Non-destructive testing -- Ultrasonic testing -- Characterization and sizing of discontinuities</i>	2012
ISO 16946	<i>Non-destructive testing -- Ultrasonic testing -- Specification for step wedge calibration block</i>	2015
ISO 18175	<i>Non-destructive testing -- Evaluating performance characteristics of ultrasonic pulse-echo testing systems without the use of electronic measurement instruments</i>	2004
ISO 17405	<i>Non-destructive testing - Ultrasonic testing - Technique of testing claddings produced by welding, rolling and explosion</i>	2014

**MEDIÇÃO DE ESPESSURA POR ULTRASSOM**

O Ensaio de Medição de Espessura por Ultrassom se caracteriza como um método não destrutivo que tem por objetivo a detecção da perda de espessura decorrente de um processo corrosivo ou abrasivo nos mais variados tipos ou formas de materiais ferrosos ou não ferrosos ou ainda checar espessuras que não podem ser verificadas através de instrumentos convencionais de medição devido a falta de acesso.

**Aplicação**

• Pode ser empregado na indústria de maneira geral durante a fabricação de peças e equipamentos ou ainda como uma forma de monitorar a vida útil de equipamentos através do acompanhamento de perda de espessura. Por ser um ensaio simples e eficiente pode ter outras aplicações em diversos tipos de materiais e indústrias. A maioria das medições são efetuadas com aparelhos específicos para esta função e que apresentam os resultados de forma digital variando a precisão entre uma e duas casas decimais. Para a execução correta deve ser utilizado um bloco calibrado com várias espessuras e material similar ao que será ensaiado.

**Características específicas do método**

- Não necessita de acesso a ambos os lados da superfície a ser ensaiada, nem tão pouco necessita de corpo-de-prova extraído da peça ou equipamento.
- As medições de espessura são usadas extensivamente em formas básicas e produtos de muitos materiais, em peças usinadas de precisão, e para determinar afinamento parede em equipamentos de processo causados por corrosão e erosão.
- Podem ser obtidas espessuras nas secções de materiais com temperaturas de até 60° C (medições a frio), sem a adoção de medidas especiais.
- Os instrumentos medidores de espessura digitais modernos são dotados de circuitos de memória que podem armazenar centenas de dados referentes a espessuras medidas. Estes quando conectado numa impressora, pode-se obter um relatório completo das medidas efetuadas.
- Rapidez na execução do ensaio.
- Requer o preparo da superfície para a sua aplicação.
- Dificuldade de acoplamento e medição sobre a superfície com corrosão.
- Dependendo do transdutor apresenta limitação em temperaturas superior a 60° C (medições a quente).

<b>Normas</b>	<b>Títulos</b>	<b>Publicação</b>
ABNT NBR 15824	Ensaio Não Destrutivo – Ultrassom – Medição de Espessura	2012
ABNT NBR 15865	Metrologia – Ensaio Não Destrutivo – Calibração de instrumentos de Medição de Espessura por Ultrassom	2010
ABNT NBR 15955	Ensaio Não Destrutivo – Ultrassom – Verificação dos instrumentos de Ultrassom	2016
ISO 16809	<i>Non-destructive testing -- Ultrasonic thickness Measurement</i>	2012
ISO 16831	<i>Non-Destructive Testing – Ultrasonic Testing -- Characterization and verification of ultrasonic thickness measuring equipment</i>	2012

## ULTRASSOM | IRIS – INTERNAL ROTARY INSPECTION SYSTEM

O IRIS (Sistema de Inspeção por Rotação Interna) é uma técnica não destrutiva por Ultrassom por imersão, que consiste de uma sonda inserida em um tubo inundado com água; enquanto em movimento dentro do tubo, os dados são coletados, exibidos e gravados. O feixe de Ultrassom permite a detecção de perda de espessura, tanto no interior quanto no exterior da parede do tubo. O ensaio por IRIS produz resultados muito precisos e detalhados, podendo ser usados com segurança nos estudos de avaliação de integridade e cálculos de tempo de vida útil residual.

### Aplicação

- Mediante o uso do princípio convencional de pulso-eco, permite efetuar a medição de espessuras, identificação de corrosão, abrasão, pitting e fendas em tubos de trocadores de calor e caldeiras, utilizados em qualquer ramo industrial;
- Todas as medições feitas durante a varredura circunferencial completa do tubo são mostradas na tela do computador, produzindo imagens em tempo real.

### Características específicas do método

- Inspecciona tubos com diâmetro interno entre 10 e 100 mm (3/8" a 4");
- Permite a visualização de imagens B-scan, e C-scan em tempo real;
- Inspecciona tubos ferrosos e não ferrosos;
- É possível medir espessuras remanescentes menores que 0,5 mm;
- Permite a gravação de imagens para posterior análise.
- Identifica, diferencia e mede individualmente as espessuras remanescentes de descontinuidades internas e/ou externas ao longo de todo o tubo;
- Possibilita a avaliação de tubos aletados na superfície externa;
- Não é possível a medição de espessura em curvas;
- Defeitos como trincas não serão identificadas.
- É necessário uma limpeza interna completa dos tubos para a realização do ensaio.

Normas	Títulos	Publicação
ABNT NBR 16342	Ensaio não destrutivo - Ultrassom - Inspeção de tubos de trocadores de calor e caldeiras pela técnica IRIS	2015

## ULTRASSOM | PHASED ARRAY

A técnica *Phased Array* é uma extensão do ultrassom convencional com a qual é possível modificar eletronicamente as características acústicas do transdutor. O Ensaio Ultrassônico *Phased Array* baseia-se no uso de um transdutor com um arranjo de elementos piezelétricos individuais que podem ser individualmente e independentemente controlados eletronicamente (excitados e captada a resposta) de modo a garantir uma inspeção mais completa.

As modificações dos transdutores são feitas introduzindo-se defasagens de tempo controladas entre os sinais emitidos e recebidos por cada elemento.

**Aplicação**

• Pode ser utilizado quando se necessita de alta produtividade na inspeção “em linha” na fabricação de chapas, placas, barras e tubos, podendo também ser usada na inspeção de soldas. Pode também ser utilizado na medição de espessuras visando realizar o mapeamento da corrosão.

**Características específicas do método**

- A varredura, focalização e deflexão eletrônica podem ser combinadas para resolver problemas de inspeção em juntas soldadas;
- Maior velocidade de varredura e detectabilidade de descontinuidades;
- Melhor exatidão no dimensionamento de descontinuidades;
- Maior flexibilidade para inspeção de juntas soldadas complexas;
- Com um mesmo cabeçote, é possível estabelecer uma variedade de pontos focais e ângulos de incidência na peça.
- Maior rastreabilidade (registros gráficos / imagens podem ser revisadas posteriormente);
- Equipamentos e cabeçotes são mais complexos e caros;
- Um grande número de partes móveis aumenta a probabilidade de problemas mecânicos ao longo da inspeção;
- Requer o uso de pessoal altamente qualificado para execução e interpretação dos resultados;
- Solda de grande espessura exige um grande número de transdutores, tornando o scanner muito pesado e difícil de manipular.
- A qualificação do procedimento de inspeção pode ser mais longa.

<b>Normas</b>	<b>Títulos</b>	<b>Publicação</b>
ABNT NBR 16339	Ensaio não destrutivo - Ultrassom - <i>Phased Array</i> para inspeção de solda	2015
ABNT NBR 16314	Metrologia - Ensaio não destrutivos - Calibração de instrumentos de ensaio por ultrassom <i>Phased Array</i>	2014
ISO 18563-1	<i>Non-destructive testing -- Characterization and verification of ultrasonic phased array equipment -- Part 1: Instruments</i>	2015
ISO 18563-3	<i>Non-destructive testing - Characterization and verification of ultrasonic phased array equipment - Part 3: Combined systems</i>	2015

**ULTRASSOM | TOFD (TIME-OF-FLIGHT DIFFRACTION TECHNIQUE)**

É uma técnica de Ultrassom baseada na difração de ondas ultrassônicas nas extremidades das descontinuidades, ao invés de reflexão na geometria da descontinuidade como no ultrassom convencional. Como a amplitude de um eco proveniente de um refletor depende da sua orientação, o ToFD usa o tempo de percurso da onda difratada para determinar a posição deste refletor. Em um sistema ToFD, um par de cabeçotes é posicionado em lados opostos de uma solda, sendo que um cabeçote emite um pulso ultrassônico (geralmente onda longitudinal em ângulo), que é captado pelo segundo cabeçote do outro lado da solda. Quando há uma trinca, ocorre uma difração da onda ultrassônica na extremidade desta trinca.

**Aplicação**

- Usada na inspeção de soldas que permitam o deslocamento dos cabeçotes paralelamente ao eixo da solda.

**Características específicas do método**

- Possui alta sensibilidade, exatidão e probabilidade de detecção (POD);
- Baixo índice de alarme falso, alta reprodutibilidade e repetibilidade;

- É possível interpretar descontinuidades. Também apresenta grande confiabilidade no monitoramento de descontinuidades em serviço;
- Durante a movimentação dos cabeçotes no sentido paralelo ao eixo da solda, os dados são coletados e armazenados, podendo ser analisados posteriormente. É possível inspecionar 100% do volume de solda;
- Comparado aos métodos convencionais de inspeção ultrassônica, o ToFD apresenta alta sensibilidade a detecção de trincas com dimensionamento bem exato.
- Dimensionamento exato de descontinuidades, o TOFD é uma das técnicas mais exatas especialmente para descontinuidades internas.
- Não se baseia em refletividade, portanto não é possível utilizar os critérios de aceitação convencionais de todos os códigos / normas;
- A técnica ToFD tem duas zonas (próxima à superfície e eco de fundo) onde não é sensível a defeitos. Portanto, deve sempre ser complementada por um exame de pulso eco convencional;
- Requer o uso de pessoal altamente experiente para execução e interpretação dos resultados.

<b>Normas</b>	<b>Títulos</b>	<b>Publicação</b>
ABNT NBR 16196	Ensaaios Não Destrutivos – Ultrassom – Uso da técnica de tempo de percurso da onda difratada (ToFD) para ensaio em soldas	2013
ISO 16828	<i>Non-Destructive Testing - Ultrasonic Testing - Time-of-flight diffraction technique as a method for detection and sizing for discontinuities</i>	2012

A Abendi agradece a todos os inspetores, engenheiros, representantes de empresas e todos os especialistas em Ensaios Não Destrutivos (ENDs) pela valiosa colaboração na análise deste Guia. Sem o olhar técnico desses especialistas, não seria possível conceber uma obra tão completa e rica em detalhes.



# Empresas e Segmentos de Atuação



CALIBRAÇÃO DE EQUIPAMENTOS		MÉTODOS UTILIZADOS																							
		ACESSO POR CORDA	ACFM	ANÁLISE DE VIBRAÇÕES	CONTROLE DIMENSIONAL	CORRENTES PARASITAS	EMIÇÃO ACÚSTICA	END NO SETOR SUBAQUÁTICO	ENSAIO RADIOGRÁFICO CONVENCIONAL	ENSAIO RADIOGRÁFICO DIGITAL	ENSAIO VISUAL	ESTANQUEIDADE	ESTANQUEIDADE (SANEAMENTO)	LÍQUIDO PENETRANTE	MEDIÇÃO DE POTENCIAL ELETROQUÍMICO	MFL	PARTÍCULAS MAGNÉTICAS	PIG INSTRUMENTADO	TERMOGRAFIA	TESTE POR PONTOS	ULTRASSOM	MEDIÇÃO DE ESPESSURA POR ULTRASSOM	ULTRASSOM   IRIS	ULTRASSOM   PHASED ARRAY	ULTRASSOM   TOFD
EMPRESAS	Bently do Brasil					X		X													X			X	
	INTER-METRO			X		X											X				X		X		
	Kubika					X										X					X				
	PASA		X				X	X		X		X	X		X	X		X		X	X			X	X
	Serv-End					X							X			X		X							
	Tecnomedição																				X				
CONSULTORIA E ASSESSORIA	Absolute																				X				
	ACINOR											X				X					X				
	Átomo																								
	BBL											X				X				X	X	X			
	Brito & Kerche					X						X	X		X		X	X	X	X	X			X	X
	Bruke						X						X		X		X	X	X	X	X				
	CETI				X							X				X			X	X	X				
	CIA			X												X					X				
	CONSINSP										X		X			X					X	X			
	Coo.Insp. Bahia												X			X					X	X			
	END Oliveira				X		X				X		X			X					X	X			
	END TOTAL												X								X	X			
	ENDI				X						X		X			X					X	X			

## MÉTODOS UTILIZADOS

EMPRESAS	ACESSO POR CORDA	ACFM	ANÁLISE DE VIBRAÇÕES	CONTROLE DIMENSIONAL	CORRENTES PARASITAS	EMISSÃO ACÚSTICA	END NO SETOR SUBAQUÁTICO	ENSAIO RADIOGRÁFICO CONVENCIONAL	ENSAIO RADIOGRÁFICO DIGITAL	ENSAIO VISUAL	ESTANQUEIDADE	ESTANQUEIDADE (SANEAMENTO)	LÍQUIDO PENETRANTE	MEDIÇÃO DE POTENCIAL ELETROQUÍMICO	MFL	PARTÍCULAS MAGNÉTICAS	PIG INSTRUMENTADO	TERMOGRAFIA	TESTE POR PONTOS	ULTRASSOM	MEDIÇÃO DE ESPESURA POR ULTRASSOM	ULTRASSOM   IRIS	ULTRASSOM   PHASED ARRAY	ULTRASSOM   TOFD
Engisa												X	X			X				X				
Extende					X															X				
Flir			X														X			X				
German			X			X					X		X			X				X				
Global End													X			X				X				
Inoservice	X												X			X				X				
INSPETEC													X			X		X		X	X			
Integra													X			X				X	X			
INTER-METRO			X		X											X				X		X		
ISQ Brasil					X								X			X				X		X		X
IT - EIRELI					X																			
K2 do Brasil					X								X			X	X			X	X			
Kubika					X											X				X				
Lloyd's					X	X							X			X				X				
M2M do Brasil																							X	
Poliend													X			X								
Metaltec													X			X				X	X			
MKS	X				X	X					X		X			X	X			X				
NDT do Brasil		X		X									X			X				X	X	X		
News Inspeções													X			X				X				
Núcleo													X			X					X			

**CONSULTORIA E ASSESSORIA**

**MÉTODOS UTILIZADOS**

EMPRESAS	ACESSO POR CORDA	ACFM	ANÁLISE DE VIBRAÇÕES	CONTROLE DIMENSIONAL	CORRENTES PARASITAS	EMIÇÃO ACÚSTICA	END NO SETOR SUBAQUÁTICO	ENSAIO RADIOGRÁFICO CONVENCIONAL	ENSAIO RADIOGRÁFICO DIGITAL	ENSAIO VISUAL	ESTANQUEIDADE	ESTANQUEIDADE (SANEAMENTO)	LÍQUIDO PENETRANTE	MEDIÇÃO DE POTENCIAL ELETROQUÍMICO	MFL	PARTÍCULAS MAGNÉTICAS	PIG INSTRUMENTADO	TERMOGRAFIA	TESTE POR PONTOS	ULTRASSOM	MEDIÇÃO DE ESPESURA POR ULTRASSOM	ULTRASSOM   IRIS	ULTRASSOM   PHASED ARRAY	ULTRASSOM   TOFD
O.S. Inspeções													X			X				X				
PASA		X				X		X	X		X		X		X	X		X		X	X		X	X
Polimeter					X											X				X				
Polotest													X			X				X				
Qualitec																								
Rufino Teles				X		X							X			X				X				
Serv-End					X								X			X		X						
SGS do Brasil										X			X			X				X		X		
SKE					X								X			X		X		X				
T&D													X			X				X				
Tech-Insp													X			X				X				
Tecnotest					X								X			X								
Trac Oil					X	X							X			X				X				
Victória						X					X		X			X				X	X			

MÉTODOS UTILIZADOS

EMPRESAS	ACESSO POR CORDA	ACFM	ANÁLISE DE VIBRAÇÕES	CONTROLE DIMENSIONAL	CORRENTES PARASITAS	EMISSÃO ACÚSTICA	END NO SETOR SUBAQUÁTICO	ENSAIO RADIOGRÁFICO CONVENCIONAL	ENSAIO RADIOGRÁFICO DIGITAL	ENSAIO VISUAL	ESTANQUEIDADE	ESTANQUEIDADE (SANEAMENTO)	LÍQUIDO PENETRANTE	MEDIÇÃO DE POTENCIAL ELETROQUÍMICO	MFL	PARTÍCULAS MAGNÉTICAS	PIG INSTRUMENTADO	TERMOGRAFIA	TESTE POR PONTOS	ULTRASSOM	MEDIÇÃO DE ESPESURA POR ULTRASSOM	ULTRASSOM   IRIS	ULTRASSOM   PHASED ARRAY	ULTRASSOM   TOFD
BBL													X			X				X	X	X		
CIA			X													X				X				
END-Check		X									X		X			X				X				
Engisa												X	X			X				X				
Integra													X			X				X	X			
Kubika					X											X				X				
Metaltec													X			X				X	X			
MKS	X				X	X					X		X			X		X		X				
NDT do Brasil		X		X									X			X				X	X	X		
News Inspeções													X			X				X				
PASA		X				X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X
Polimeter					X											X				X				
Qualitec					X						X		X			X				X				
Serv-End					X								X			X	X							
SGS do Brasil											X		X			X				X		X		
Victória						X					X		X			X				X	X			

FABRICANTES DE EQUIPAMENTOS/PRODUTOS

MÉTODOS UTILIZADOS

EMPRESAS	ACESSO POR CORDA	ACFM	ANÁLISE DE VIBRAÇÕES	CONTROLE DIMENSIONAL	CORRENTES PARASITAS	EMIÇÃO ACÚSTICA	END NO SETOR SUBAQUÁTICO	ENSAIO RADIOGRÁFICO CONVENCIONAL	ENSAIO RADIOGRÁFICO DIGITAL	ENSAIO VISUAL	ESTANQUEIDADE	ESTANQUEIDADE (SANEAMENTO)	LÍQUIDO PENETRANTE	MEDIÇÃO DE POTENCIAL ELETROQUÍMICO	MFL	PARTÍCULAS MAGNÉTICAS	PIG INSTRUMENTADO	TERMOGRAFIA	TESTE POR PONTOS	ULTRASSOM	MEDIÇÃO DE ESPESURA POR ULTRASSOM	ULTRASSOM   IRIS	ULTRASSOM   PHASED ARRAY	ULTRASSOM   TOFD
Arotec					X								X			X				X				
Bently do Brasil					X			X												X			X	
Bruke							X							X		X	X	X	X					
Carestream								X	X															
CIA			X													X				X				
Diagnostic									X															
END Oliveira				X		X				X			X			X				X	X			
Flir			X														X			X				
GE					X			X	X											X			X	
Helling GmbH					X								X			X	X			X				
Inspek																				X				
INTER-METRO			X		X											X				X		X		
IT - EIRELLI					X																			
Kroma					X											X				X				
Kubika																				X				
M2M do Brasil																							X	
Magnaflux													X			X								
Metal-Chek													X			X								
PASA		X				X		X	X	X			X		X	X	X	X		X	X		X	X
Powertemp					X											X								

FABRIC. DE EQUIPAMENTOS/PRODUTOS

MÉTODOS UTILIZADOS

EMPRESAS	ACesso POR CORDA	ACFM	ANÁLISE DE VIBRAÇÕES	CONTROLE DIMENSIONAL	CORRENTES PARASITAS	EMISSION ACÚSTICA	END NO SETOR SUBAQUÁTICO	ENSAIO RADIOGRÁFICO CONVENCIONAL	ENSAIO RADIOGRÁFICO DIGITAL	ENSAIO VISUAL	ESTANQUEIDADE	ESTANQUEIDADE (SANEAMENTO)	LÍQUIDO PENETRANTE	MEDIÇÃO DE POTENCIAL ELETROQUÍMICO	MFL	PARTÍCULAS MAGNÉTICAS	PIG INSTRUMENTADO	TERMOGRAFIA	TESTE POR PONTOS	ULTRASSOM	MEDIÇÃO DE ESPESURA POR ULTRASSOM	ULTRASSOM   IRIS	ULTRASSOM   PHASED ARRAY	ULTRASSOM   TOFD
Serv-End					X								X			X		X						
SKE					X								X			X		X		X				
Tecnomedição																				X				

IMPLANTÇÃO DE SISTEMAS DA QUALIDADE

Arotec					X								X							X				
Engisa												X	X			X				X				
Integra													X			X				X	X			
Kubika					X											X				X				
MKS	X				X	X				X			X			X		X		X				
News Inspeções	X				X	X				X			X			X		X		X				
Qualitec					X					X			X			X				X				
SGS do Brasil										X			X			X				X		X		
Victória						X				X			X			X				X	X			

INSPEÇÃO DE EQUIPAMENTOS

MÉTODOS UTILIZADOS

EMPRESAS	ACESSO POR CORDA	ACFM	ANÁLISE DE VIBRAÇÕES	CONTROLE DIMENSIONAL	CORRENTES PARASITAS	EMIÇÃO ACÚSTICA	END NO SETOR SUBAQUÁTICO	ENSAIO RADIOGRÁFICO CONVENCIONAL	ENSAIO RADIOGRÁFICO DIGITAL	ENSAIO VISUAL	ESTANQUEIDADE	ESTANQUEIDADE (SANEAMENTO)	LÍQUIDO PENETRANTE	MEDIÇÃO DE POTENCIAL ELETRÓQUÍMICO	MFL	PARTÍCULAS MAGNÉTICAS	PIG INSTRUMENTADO	TERMOGRAFIA	TESTE POR PONTOS	ULTRASSOM	MEDIÇÃO DE ESPESURA POR ULTRASSOM	ULTRASSOM   IRIS	ULTRASSOM   PHASED ARRAY	ULTRASSOM   TOFD	
CIA			X													X				X					
Compergy													X			X				X					
Coop. Bahia													X			X				X	X				
Diagnostic								X																	
DMCJ										X			X			X				X					
END Oliveira				X		X				X			X			X				X	X				
END-Check		X								X			X			X				X					
Engisa													X			X				X	X				
German			X			X				X			X			X				X	X	X			
HCG																									
Integra													X			X				X	X				
ISQ Brasil					X								X			X				X		X		X	
Kubika					X											X				X					
Metaltec													X			X				X	X				
MKS	X				X	X				X			X			X	X			X					
NDT do Brasil		X		X									X			X				X	X	X			
News Inspeções	X				X	X				X			X			X	X			X					
PASA		X				X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X		X	X	
Qualitec					X					X			X			X				X					
SGS do Brasil										X			X			X				X		X			
SISTAC		X											X			X				X	X				

## INSPEÇÃO DE EQUIPAMENTOS

## MÉTODOS UTILIZADOS

EMPRESAS	ACESSO POR CORDA	ACFM	ANÁLISE DE VIBRAÇÕES	CONTROLE DIMENSIONAL	CORRENTES PARASITAS	EMIÇÃO ACÚSTICA	END NO SETOR SUBAQUÁTICO	ENSAIO RADIOGRÁFICO CONVENCIONAL	ENSAIO RADIOGRÁFICO DIGITAL	ENSAIO VISUAL	ESTANQUEIDADE	ESTANQUEIDADE (SANEAMENTO)	LÍQUIDO PENETRANTE	MEDIÇÃO DE POTENCIAL ELETROQUÍMICO	MFL	PARTÍCULAS MAGNÉTICAS	PIG INSTRUMENTADO	TERMOGRAFIA	TESTE POR PONTOS	ULTRASSOM	MEDIÇÃO DE ESPESSURA POR ULTRASSOM	ULTRASSOM   IRIS	ULTRASSOM   PHASED ARRAY	ULTRASSOM   TOFD
System													X		X					X				
Topcheck													X		X					X				
Victória						X				X			X		X					X	X			

## INTEGRIDADE ESTRUTURAL E EXTENSÃO DE VIDA

CIA			X												X					X				
CONSINSP										X			X		X					X	X			
Coop.Bahia													X		X					X	X			
Diagnostic																								
Engisa												X	X		X					X				
German			X			X				X			X		X					X	X	X		
Integra													X		X					X	X			
MKS	X				X	X				X			X		X		X			X				
PASA		X				X				X					X		X			X	X			
SGS do Brasil										X			X		X					X		X		
Victória						X				X			X		X					X	X			

LOCAÇÃO	EMPRESAS	MÉTODOS UTILIZADOS																							
		ACESSO POR CORDA	ACFM	ANÁLISE DE VIBRAÇÕES	CONTROLE DIMENSIONAL	CORRENTES PARASITAS	EMIÇÃO ACÚSTICA	END NO SETOR SUBAQUÁTICO	ENSAIO RADIOGRÁFICO CONVENCIONAL	ENSAIO RADIOGRÁFICO DIGITAL	ENSAIO VISUAL	ESTANQUEIDADE	ESTANQUEIDADE (SANEAMENTO)	LÍQUIDO PENETRANTE	MEDIÇÃO DE POTENCIAL ELETROQUÍMICO	MFL	PARTÍCULAS MAGNÉTICAS	PIG INSTRUMENTADO	TERMOGRAFIA	TESTE POR PONTOS	ULTRASSOM	MEDIÇÃO DE ESPESURA POR ULTRASSOM	ULTRASSOM   IRIS	ULTRASSOM   PHASED ARRAY	ULTRASSOM   TOFD
	Diagnostic								X																
	Kubika					X										X					X				
	Metaltec					X							X			X					X	X			
	Serv-End					X							X			X		X							
PRESTAÇÃO DE SERVIÇO	ABR																				X				
	Absolute																				X				
	ACINOR												X			X					X				
	Ahak Brasil																				X				
	Araújo					X	X						X			X					X		X		
	Armenio												X			X					X				
	Átomo																								
	B. T. Service					X							X			X					X				
	Brito & Kerche					X							X	X		X		X	X	X				X	X
	Bruke Do Brasil						X						X			X		X	X						
	C.I.C												X												
	CETI				X								X			X			X				X	X	
	CIA			X												X					X				
	Compergy												X			X					X				
	CONSINSP											X				X					X	X			
	Control Union						X						X			X					X				
COOP. Bahia												X			X					X	X				

MÉTODOS UTILIZADOS

EMPRESAS	ACesso POR CORDA	ACFM	ANÁLISE DE VIBRAÇÕES	CONTROLE DIMENSIONAL	CORRENTES PARASITAS	EMIÇÃO ACÚSTICA	END NO SETOR SUBAQUÁTICO	ENSAIO RADIOGRÁFICO CONVENCIONAL	ENSAIO RADIOGRÁFICO DIGITAL	ENSAIO VISUAL	ESTANQUEIDADE	ESTANQUEIDADE (SANEAMENTO)	LÍQUIDO PENETRANTE	MEDIÇÃO DE POTENCIAL ELETROQUÍMICO	MFL	PARTÍCULAS MAGNÉTICAS	PIG INSTRUMENTADO	TERMOGRAFIA	TESTE POR PONTOS	ULTRASSOM	MEDIÇÃO DE ESPESURA POR ULTRASSOM	ULTRASSOM   IRIS	ULTRASSOM   PHASED ARRAY	ULTRASSOM   TOFD
Diagnostic								X																
DMCJ							X						X			X					X			
END Oliveira			X		X					X		X				X				X	X			
END-Check		X								X		X				X				X				
ENDI			X							X		X				X				X	X			
Engisa												X	X			X				X				
EPM					X	X							X			X		X		X				
Esgotecnica																				X				
ENVESP						X							X			X				X				
Flir			X															X		X				
German			X			X				X		X				X				X	X	X		
Global End													X			X				X				
HCG																								
Inoservice	X												X			X				X				
Inpek																				X				
INSPETEC						X							X			X				X				
Integra													X			X				X	X			
INTER-METRO			X		X											X				X		X		
IRM Services					X								X			X						X		
ISQ Brasil					X								X			X				X		X	X	
IT - EIRELI					X																			
JBS					X								X			X			X	X	X			

PRESTAÇÃO DE SERVIÇOS

MÉTODOS UTILIZADOS

EMPRESAS	ACESSO POR CORDA	ACFM	ANÁLISE DE VIBRAÇÕES	CONTROLE DIMENSIONAL	CORRENTES PARASITAS	EMISSÃO ACÚSTICA	END NO SETOR SUBAQUÁTICO	ENSAIO RADIOGRÁFICO CONVENCIONAL	ENSAIO RADIOGRÁFICO DIGITAL	ENSAIO VISUAL	ESTANQUEIDADE	ESTANQUEIDADE (SANEAMENTO)	LÍQUIDO PENETRANTE	MEDIÇÃO DE POTENCIAL ELETROQUÍMICO	MFL	PARTÍCULAS MAGNÉTICAS	PIG INSTRUMENTADO	TERMOGRAFIA	TESTE POR PONTOS	ULTRASSOM	MEDIÇÃO DE ESPESURA POR ULTRASSOM	ULTRASSOM   IRIS	ULTRASSOM   PHASED ARRAY	ULTRASSOM   TOFD
K2 do Brasil					X								X			X		X		X	X			
Kroma																								
Kubika					X											X				X				
Lenco													X			X				X				
Lifting																		X						
Lloyd's					X	X							X			X				X				
M2M do Brasil																							X	
Poliend													X			X								
Megasteam													X			X				X				
Metaltec													X			X				X	X			
MKS	X				X	X				X			X			X		X		X				
NDT do Brasil		X		X									X			X				X	X	X		
News Inspeções					X	X							X			X		X			X			
Núcleo													X			X				X				
O.S. Inspeções													X			X								
Oceânica		X														X					X			
OGM													X			X			X	X				
Over Sea																X				X				
PASA		X				X		X	X	X		X	X		X	X		X		X	X		X	X
Polotest													X			X				X				
Pró-Acústica						X							X			X				X				

PRESTAÇÃO DE SERVIÇOS

MÉTODOS UTILIZADOS

EMPRESAS	ACESSO POR CORDA	ACFM	ANÁLISE DE VIBRAÇÕES	CONTROLE DIMENSIONAL	CORRENTES PARASITAS	EMIÇÃO ACÚSTICA	END NO SETOR SUBAQUÁTICO	ENSAIO RADIOGRÁFICO CONVENCIONAL	ENSAIO RADIOGRÁFICO DIGITAL	ENSAIO VISUAL	ESTANQUEIDADE	ESTANQUEIDADE (SANEAMENTO)	LÍQUIDO PENETRANTE	MEDIÇÃO DE POTENCIAL ELETROQUÍMICO	MFL	PARTÍCULAS MAGNÉTICAS	PIG INSTRUMENTADO	TERMOGRAFIA	TESTE POR PONTOS	ULTRASSOM	MEDIÇÃO DE ESPESURA POR ULTRASSOM	ULTRASSOM   IRIS	ULTRASSOM   PHASED ARRAY	ULTRASSOM   TOFD
Proaqt				X									X			X				X				
Qualitec					X						X		X			X				X				
Qualitech					X								X			X	X			X	X			
Qualy End					X								X			X	X			X				
R.R.V.M.						X							X			X	X			X				
Rufino Teles E				X		X							X			X				X				
Sanesi																				X				
SANTEC													X			X				X				
Satec													X											
Serv-End					X								X			X	X							
Sea. Marítimos																X				X	X			
SGS do Brasil											X		X			X				X		X		
SISTAC		X											X			X				X	X			
SKE					X								X			X	X			X				
System													X			X				X				
T&D Inspeções													X			X				X				
Tech-Insp		X			X					X			X			X		X		X				
Tecnotest					X								X			X								
Topchec													X			X				X				
Victória						X					X		X			X				X	X			
Villar													X			X				X				

REPARO/MANUTENÇÃO

MÉTODOS UTILIZADOS

EMPRESAS	ACESSO POR CORDA	ACFM	ANÁLISE DE VIBRAÇÕES	CONTROLE DIMENSIONAL	CORRENTES PARASITAS	EMIÇÃO ACÚSTICA	END NO SETOR SUBAQUÁTICO	ENSAIO RADIOGRÁFICO CONVENCIONAL	ENSAIO RADIOGRÁFICO DIGITAL	ENSAIO VISUAL	ESTANQUEIDADE	ESTANQUEIDADE (SANEAMENTO)	LÍQUIDO PENETRANTE	MEDIÇÃO DE POTENCIAL ELETROQUÍMICO	MFL	PARTÍCULAS MAGNÉTICAS	PIG INSTRUMENTADO	TERMOGRAFIA	TESTE POR PONTOS	ULTRASSOM	MEDIÇÃO DE ESPESSURA POR ULTRASSOM	ULTRASSOM   IRIS	ULTRASSOM   PHASED ARRAY	ULTRASSOM   TOFD
Arotec					X								X			X				X				
Bently do Brasil					X		X													X			X	
Diagnostic																								
DMCJ							X						X			X						X		
END Oliveira				X		X				X			X			X				X	X			
Engisa												X	X			X				X				
Flir			X														X			X				
Instrumental																								
Integra																					X			
IT - EIRELI													X			X				X	X			
ITW CHEMICAL					X																			
Kubika					X								X			X				X				
M2M do Brasil					X											X				X				
Maxim																							X	
O.S. Inspeções													X			X								
Oceânica		X														X					X			
Polimeter					X											X				X				
Powertemp					X											X								
Helling GmbH																								

REPARO/MANUTENÇÃO

MÉTODOS UTILIZADOS

EMPRESAS	ACESSO POR CORDA	ACFM	ANÁLISE DE VIBRAÇÕES	CONTROLE DIMENSIONAL	CORRENTES PARASITAS	EMIÇÃO ACÚSTICA	END NO SETOR SUBAQUÁTICO	ENSAIO RADIOGRÁFICO CONVENCIONAL	ENSAIO RADIOGRÁFICO DIGITAL	ENSAIO VISUAL	ESTANQUEIDADE	ESTANQUEIDADE (SANEAMENTO)	LÍQUIDO PENETRANTE	MEDIÇÃO DE POTENCIAL ELETROQUÍMICO	MFL	PARTÍCULAS MAGNÉTICAS	PIG INSTRUMENTADO	TERMOGRAFIA	TESTE POR PONTOS	ULTRASSOM	MEDIÇÃO DE ESPESURA POR ULTRASSOM	ULTRASSOM   IRIS	ULTRASSOM   PHASED ARRAY	ULTRASSOM   TOFD
Serv-End					X								X			X		X						
System													X			X				X				
Tecnomedição																				X				
Victória						X				X			X			X				X	X			
Villar													X			X				X				

REPRESENTANTES DE EQUIPAMENTOS/PRODUTOS

Arotec					X								X			X				X				
Bently do Brasil					X		X													X			X	
Carestream																								
Diagnostic								X																
Helling GmbH					X							X				X		X		X				
Instrumental																				X				
INTER-METRO			X		X											X				X		X		
IT - EIRELI					X																			
Kroma																								
Kubika					X											X				X				
M2M																							X	
Marques & Cia							X	X													X			
Maxim																								
Metal-Chek													X			X								

REPRESENTANTES DE EQUIPAMENTOS/PRODUTOS

MÉTODOS UTILIZADOS

EMPRESAS	ACesso POR CORDA	ACFM	ANÁLISE DE VIBRAÇÕES	CONTROLE DIMENSIONAL	CORRENTES PARASITAS	EMIÇÃO ACÚSTICA	END NO SETOR SUBAQUÁTICO	ENSAIO RADIOGRÁFICO CONVENCIONAL	ENSAIO RADIOGRÁFICO DIGITAL	ENSAIO VISUAL	ESTANQUEIDADE	ESTANQUEIDADE (SANEAMENTO)	LÍQUIDO PENETRANTE	MEDIÇÃO DE POTENCIAL ELETROQUÍMICO	MFL	PARTÍCULAS MAGNÉTICAS	PIG INSTRUMENTADO	TERMOGRAFIA	TESTE POR PONTOS	ULTRASSOM	MEDIÇÃO DE ESPESURA POR ULTRASSOM	ULTRASSOM   IRIS	ULTRASSOM   PHASED ARRAY	ULTRASSOM   TOFD
NDT do Brasil		X		X									X			X				X	X	X		
Polimeter					X											X				X				
Serv-End					X								X			X		X						
Tech-Insp													X			X				X				
Tecnomedição																				X				



# Guia de Empresas

*abendi*

## A

**ABR Engenharia Ltda**  
Al. Portugal - Pinheiro  
57057-560 - Maceió/AL  
(82) 4141.4219

**ACINOR Inspeções e Serviços Técnicos Ltda**  
Rua Décima do Parque, 51  
Gleba B - 42809-320  
Camaçari/BA  
(71) 3621.4872

**ALTIPLANO Serviços em Altura e Treinamentos Ltda**  
Rua Marechal Aguiar, 57  
Benfica - 20920-280  
Rio de Janeiro/SP  
(21) 3178.6275

**Arctest Serviços Tec. Insp. e Manut. Indl. Ltda**  
Av. Constante Pavan, 495-  
Betel - 13148-160  
Paulínia/SP  
(19) 3884.9960

**Armenio End. Inspeção de Soldas Ltda.**  
Rua Patricio Monteiro Cabral, 330 - Porto Grande  
89245-000 - Araquari/SC  
(47) 3447.6000

**Arotec S/A Indústria e Comércio**  
Rua São Vicente, 289  
Pq. Rincão - 06705-435  
Cotia/SP  
(11) 4613.8600

**Aços F. Sacchelli Ltda**  
Av. Narain Sing, 391  
Aracilia - 07250-000  
Guarulhos/SP  
(11) 2465.2350

**ASP Serviços Industriais Ltda**  
Rua José Lyra Filho, 242  
Alto da Vila Nova  
13309-340 - Itu/SP  
(11) 4025.2139

**Awi service LTDA**  
Rua Joaquim Cardoso, S/N  
Ideal -35162-187  
Ipatinga/MG  
(31) 3617.4776

## B

**Belov Engenharia Ltda**  
Est. Rio Friburgo, s/nº - KM  
08 - 122 - Lote 4 - Parada  
do Melo - 25940-000  
Guapimirim/RJ  
(21) 2632.4683

**Bently do Brasil Ltda**  
Rodovia SP 101, km 3,8  
Boa Vista - 13064-654  
Campinas/SP  
(19) 2104.6901

**Brasitest Ltda**  
Av. Hidelbrando Alves Barboza, 3700 - Nossa Sra. da Ajuda 27961-072  
Macaé/RJ  
(02) 23118.1008

**BRITO E KERCHÉ Inspeções e Serviços Ltda ME**  
Avenida Embaixador Abelardo Bueno, 1340 - Sala 610  
Jacarepaguá - 22775-023  
Rio de Janeiro/RJ  
(21) 3269.5133

**Bruke Do Brasil Ltda**  
Rua Desembargador Westphalen, 2356 - Rebouças  
80220-030 - Curitiba/PR  
(41) 3030.7049

## C

**Carestream do Brasil Com. e Serv. de Prod. Med. Ltda**  
Rua Doutor Pedro Luiz de Oliveira Costa, 60 - Jardim Limoeiro - 12241-43  
São José dos Campos/SP  
(11) 8141.5395

**CBC Indústrias Pesadas S/A**  
Rod. Dom Gabriel Paulino Bueno Couto, Km.68 - Ermida  
13212-240 - Jundiaí/SP  
(11) 4431.3900

**Cerro Engenharia Soluções em Alpinismo Industrial**  
Rua O Brasil para Cristo, 2177 - Boqueirão  
81730-070 - Curitiba/PR  
(41) 3093.5877

**CETI Treinamentos e Serviços Empresariais Ltda ME**  
Av. Juscelino Kubstichek, 4695 - Jd. Paulista  
12215-380  
São José dos Campos/SP  
(12) 3923.2971

**CG. GEO Sensoriamento Remoto e Topografia Ltda - EPP**  
Rua Victor Carlos Nauck, 550  
Centro 88495-000  
Garopaba/RS  
(48) 3254.4356

**CIA - Centro Nacional de Tecnologia e Com. Ltda**  
Rua Pedro Anes, 143  
Vila do Remédios  
05102-010 - São Paulo/SP  
(11) 3831.5397

**C.I.C Certificação em Equipamentos Industriais e Cabos Ltda**  
Rua Acadêmico Paulo Sérgio de Vasconcelos, 707  
AB - Granja dos Cavaleiros - 27930-310 - Macaé/RJ  
(22) 2773.4646

**Cieme Engenharia Eireli**  
Rua Ministro Sinesio Rocha, 299 - Jardim Vera Cruz - 05030-000 - Sao Paulo/SP  
(11) 3796.0831

**Concremat - Engenharia e Tecnologia S/A**  
Rua Madre Emilie de Vileneuve, 434 - Jd. Prudência-04367-090 - São Paulo/SP  
(11) 5567.1900

**CONSINSP - Insp. Equip. e Manut. Indl. Ltda**  
Avenida Presidente Getúlio Vargas, 224 - Sala 1/4 - Santa Cecília - 13140-330 - Paulínia/SP  
(19) 3933.2596

**Cooperativa dos Insp. Equip. Autônomos do Estado Bahia Ltda**  
Av. Luiz Tarquinio Pontes, 1821 - Sala 201/202 - Vilas do Atlântico -42700-000  
Lauro de Freitas/BA  
(71) 3379.4094

**Cyberia Zac La Louvade**  
55, Rue Merlot - EX  
34130 - Mavguio  
(33) 4679.9945

**D**

**Diagnostic Imagind Automação Ltda**  
Rua Ricardo de Lemos, 152  
Silveira - 09195-370  
Sto. André/SP  
(11) 4458.2829

**DMCJ Inspeções Ltda**  
Av. Cesário de Melo, 1465  
Senador Vasconcelos  
23085-110 - Rio de Janeiro/RJ  
(21) 2413.4459

**E**

**END-Check Consult. e Serv. Espec.de Peças e Equip. Ltda**  
Rua Dr. Tomas Catunda, 20  
Encruzilhada - 11015-160  
Santos/SP  
(13) 3222.3515

**END Oliveira Fiscalização Técnica em Montagem Ltda - EPP**  
Rua Irmão Pedro, 354 Sala  
201 - Marechal Rondon -  
92020-550 - Canoas/RS  
(51) 9978.7611

**END Treinamentus**  
Rua Francisco Joaquim Oliveira Filho, 131- Mombaça  
2425-130  
Pindamonhangaba/SP  
(12) 3522.4078

**ENDI - Ensaios Não Destrutivos, Inspeção e Soldagem Ltda - ME**  
Av. Des. Mário da Silva Nunes, 580 - 2º Andar - Jd. Limoeiro - 29164-044  
Serra/ES  
(27) 3068.1826

**Engisa Insp. e Pesquisa Aplicada à Indústria Ltda**  
Rua Santo Inácio, 555  
Vl. Emiliano Pernetta  
83324-080- Pinhais/PR  
(41) 3668.1919

**Extende**  
Bâtiment Le BERGSON - 15  
Avenue Emile BAUDOT  
EX - Massy  
+33 (0)1 78 90 02 21 91 300

**F**

**FASC - Serviços em Segurança do Trabalho Ltda**  
Av. Gomes Jardim, 520  
Baln Alvorada- 92500-000  
Guaíba/RS  
51) 3401.3504

**Flir Systems Brasil Com. de Câmeras Infravermelhas Ltda**  
Av. Antônio Bardella, 320 -  
Alto da Boa Vista  
18085-852 - Sorocaba/SP  
(15) 3238.8075

**FMC Technologies do Brasil Ltda**  
Rod Presidente Dutra, 2660  
Pavuna21938-900  
Rio de Janeiro/RJ

**Fugro Brasil Serviços Submarinos e Levantamentos Ltda**  
Rua do Geólogo, 76 - Zona Especial de Negócios-  
28890-000  
Rio das Ostras/RJ  
(22) 3321.7700

**G**

**General Electric do Brasil Ltda**  
Av. Nove de Julho, 5229 - 6º andar - Jd. Paulista  
01407-207 - São Paulo/SP  
(11) 3067.8374

**German Engenharia e Serviços de Manutenção Ltda** Av. Papa João Paulo XXIII, 2257 - Bl. II - Sertãozinho  
09370-800 - Mauá/SP  
(11) 4543.6383

**Guided Ultrasonics Ltda**  
Unit 2 Reynard Business Park - Windmill Road - EX  
22 99959 5595  
London TW8 9LY - United Kingdom

**H**

**HCG Equipamentos Ltda**  
Rua Manoel Corazza, 122  
Vila Alcântara - 09720-320  
São Bernardo do Campo/SP  
(11) 4127.5438

**Helling GmbH**  
Spökerdamm 2  
EX (+49) 4122.922.0  
25436 - Heidgraben

**I**

**Inoservice Serviços de Inspeção Ltda**  
Avenida General Mac Arthur, 1195 - Vila Lageado  
05338-001 - São Paulo/SP  
(11) 3766.8347

**Inspek Serviços Técnicos Ltda - ME**  
Av. José Rocha Bonfim, 214 - Edf. SP, sala 18 - Santa Genebra - 13080-900  
Campinas/SP  
(19) 3709.2221

**INSPETEC - Inspeções Técnicas**  
Rua Rubião Junior, 192 - Centro 12400-450  
Pindamonhangaba/SP  
(12) 3643.6512

**Íntegra Coop. de Trabalho Profis. de Engª Integ. Equip. Ltda**  
Estrada do Engenho D'Água, 1210 - Jacarepaguá  
22765-240  
Rio de Janeiro/RJ  
(21) 2427.6646

**Intermetro Serviços Especiais Ltda**  
Rua Joaquim de Almeida, 223 - Mirandópolis  
04050-010 - São Paulo/SP  
(11) 5071.2764

**Intertek Industry Services Brasil Ltda.**  
Alameda Mamoré, 503 - 8º andar - Cond. Edif. Icon Alphaville Industrial  
06454-040 - Barueri/SP  
(011) 12842.0444

**Instrumental Inst. de Medição Ltda**  
Avenida Leonardo da Vinci, 1051-A - Loja 7  
Vila Guarani (Z Sul)  
04313-000 - São Paulo/SP  
(11) 5011.0901

**ISQ Brasil - Instituto de Soldadura e Qualidade Ltda**  
Rua Campo, 80 - Vila da Serra - 34006-062  
Nova Lima/MG  
(31) 3263.3263

**IRM Services Ltda**  
Av. Prefeito Aristeu Ferreira S., 1205 - Galpão C - Granja dos Cavaleiros- 27930-070  
Macaé/RJ  
(22) 2105.2800

**IT - Elétrica Comercial e Serviços- EIRELI - EPP**  
Rua Arnaldo Zumstein, 240  
Jardim Brasil - 13295-000  
Itupeva/SP  
(11) 4496.3038

## J

**JBS Inspeção e Ensaios Ltda**  
Rua Vera Cecília, 61  
Jd. Ruyce - 09981-550  
Diadema/SP  
(011) 4048.2924

## K

**K2 do Brasil Serviços Ltda**  
Rua Maria Backer Motta, nº.400 Qd Comercial, Lot35 - Mar do Norte - 28898-016  
Rio das Ostras/RJ  
(22) 2773.2211

**Kroma Produtos Fotográficos e Representação Ltda**  
Rua Antonio Pedro Figueiredo, 158 - Jd. Virginia Bianca  
02355-200 - São Paulo/SP  
(11) 2204.8960

**Kubika Comercial Ltda**  
Rua Santa Veridiana, 340-A  
Vl. Maria Alta - 02128-000  
São Paulo/SP  
(11) 2636.1128

## L

**Lenco - Centro de Controle Tecnológico Ltda**  
Rua Brigadeiro Xavier de Brito, 126 - Sítio do Morro-02551-000 São Paulo/SP  
(11) 3857.2053

**Lifting Assitência Técnica Elétrica e Comercial Ltda**  
Rua Magalhães Bastos, 1351  
Boa Vista - 24466-250  
São Gonçalo/RJ  
(21) 2109.6400

**Lloyds Register do Brasil Ltda**  
Rua Helena, 235 - 6º Andar  
Vl. Olímpia - 04552-050  
São Paulo/SP  
(11) 3523-3940

## M

**M2M do Brasil - Serviços e Representação em END Ltda.** Rua Profº Sebastião Soares de Faria, 57 - 5º and. - Bela Vista - 01317-010  
São Paulo/SP  
(11) 96558.8771

**Maex Engenharia Ltda**  
Rua José Benedito Teixeira, 211 - Vila Aparecida - 13450-330  
Santa Bárbara D' Oeste/SP  
(019) 3455.5266

**Magnaflux**  
Av. Jorge Alfredo Camasmie, 670 - Pq. Industrial Ramos  
06816-050  
Embu das Artes/SP

**Marques & Cia Ltda**  
Rua José Augusto Escobar, 999 - SP - Santa Helena  
13520-000 - São Pedro/SP  
(19) 3481.3227

**Mattos & Grimaldi Rio Comercio e Representação**  
Avenida Luís Carlos Prestes, 180 - Barra da Tijuca  
22775-055  
Rio de Janeiro/RJ  
(021) 2112.4951

**Maxim Comércio e Consultoria Industrial Ltda**  
Avenida das Américas, 19005 - Torre 2 - Sala 421 - Recreio dos Bandeirantes - 22790-703  
Rio de Janeiro/RJ  
(21) 3439.9017

**Megasteam Instrumentação & Mecânica Ltda**  
Av. Cairu, 170 - Navegantes  
90230-030 - Porto Alegre/RS  
(51) 3024.8005

**Meta Servicos De Engenharia Ltda - Epp**  
Rua São Benedito, 410 A  
Vila Fascina - 13484-027  
Limeira/SP  
(011) 93444.2450

**Metal-Chek do Brasil Indústria e Comércio Ltda**  
Rua das Indústrias, 135  
Distrito Industrial IV - Uberaba - 12926-674  
Bragança Paulista/SP  
(11) 3515.5287

**Metaltec Não Destrutivos Ltda**  
Av. dos Imarés, 740 - Moema  
04085-001 - São Paulo/SP  
(11) 5044.3522

**MKS Serviços Especiais de Engenharia Ltda**  
Rua Angelo Dourado, 194  
Anchieta - 90200-060  
Porto Alegre/RS  
(51) 3371.1777

## N

**NDT do Brasil**  
Rua Joaquim Antunes, 574  
Pinheiros - 05415-001  
São Paulo/SP  
(11) 3736.7777

**Novarum Sky Tecnologia Ltda. - ME**  
Rua Manoel de Oliveira de Ramos - 205 Sala 602  
Estreito - 88075-120  
Florianópolis/SC  
(48) 3206.7087

**NR Treinamentos Ltda. EPP**  
Rua Werner Duwe, 2611  
Testo Salto - 89074-000  
Blumenau/SC  
(47) 3330.8427

**Nuclebrás Equipamentos Pesados S/A - NUCLEP**  
Av. General Euclides de Oliveira Figueiredo, 200 - Brisa Mar - 23825-410 - Itaguaí/RJ  
(21) 3781.4525

**Núcleo Serviços de Inspeção de Equipamentos Ltda**  
Rua Ipiriguaná, 35-Tatuapé  
03306-090 - São Paulo/SP

**O**

**O.S Inspeções e Reparos em Equipamentos Industriais Ltda - EPP**  
Rodovia Amaral Peixoto, 128 - Lt. 006 - Qd. COM - Mar do Norte- 28898-000  
Rio das Ostras/RJ  
(22) 2764.8012

**Oceânica Engenharia e Consultoria Ltda**  
Avenida Zen, S/N - Lotes 1,2 e 3 - Qd. B- Zona Zen  
28899-002 - Rio das Ostras/RJ  
(022) 3321.6316

**Olympus Scientific Solutions Americas Corp**  
110 Magellan Circle, Webster TX 77598, USA EX  
(128) 1636.3947.00000-000

**P**

**PANAMERICAN TECHNOLOGY GROUP S.A.**  
Ave. Simon Bolivar Transistmica PH Edison Corp. CE  
EX Transistmica - 05320-069  
Cidade do Panamá  
(05) 07301.1640

**PECTRON - P S INSPEÇÃO - ME**  
Rua Corvina, 522 - Casa B  
Barra de São João  
28880-000  
Rio de Janeiro/RJ  
(21) 99279.1233

**Photonita Metrologia Óptica**  
Rod. SC 401, km 1 - Tecnópolis - Ed. Celta - João Paulo  
88030-000  
Florianópolis/SC  
(04) 83226.0103

**Physical Acoustics South America Ltda - PASA**  
Rua Joaquim Antunes, 574  
Pinheiros-05415-001  
São Paulo/SP  
(11) 3082.5111

**Poliend**  
Rua Dom Pedro I, 800 SP  
Centro - 13400-410  
Piracicaba/SP  
(19) 3422.1341

**Polimeter Comércio e Representações Ltda**  
Rua Frei Caneca, 39 - 1º Andar - Sls.1/2 - Centro Empresarial - 06706-015- Cotia/SP  
(11) 4612.0699

**Polotest Consultoria, Controle de Qualidade e Serviços Ltda**  
Av. Luis Tarquinio Pontes, 2580 - Bl. 4 - Sala 210 - Vilas do Atlantico-42700-000  
Lauro de Freitas/BS  
(071) 3379.3969

**Polyteste Inspeções**  
Rua Leonor Negrello Baldan, 79 - Tatuquara- 81940-020  
Curitiba/PR  
(41) 3348.1671

**Pró-Acústica**  
Av. Alfredo Folchiinni, 900  
Estância Jockey Club  
15081-500  
São José do Rio Preto/SP  
(17) 2137.1000

**Proaqt Empreendimentos Tecnológicos**  
Av. Marechal Rondon, 1100  
Centro - 06093-010  
Osasco/SP  
(11) 3682.7946

**PRO-ENGENHARIA**  
Rua Rafael de Abreu Sampaio Vidal, 1254 - Sala 4 - Centro  
13560-050 - São Carlos/SP  
(16) 3413.9172

**Q**

**Qualitec Engenharia da Qualidade Ltda**  
Rua Petrovale, 450 - Distrito Industrial Marsil  
32400-000 - Ibirité/MG  
(31) 3288.1350

**Qualitech Inspeção, Reparo e Manutenção Ltda**  
Estrada do Engenho D'Água  
1330, Box 1 - Parte C - Anil  
22765-240  
Rio de Janeiro/RJ  
(21) 3437.4645

**Qualy End Inspeções Ltda**  
Rua Raposos Bocarro, 15  
Nova Cachoeirinha  
31250-580  
Belo Horizonte/MG  
(31) 3422.8525

**R**

**Rompe Mountain & Building**  
Rua Ana Nevy, 86 - Rio Branco - 92200-250- Canoas/RS  
(51) 3032.1219

**R.R.V.M. Comércio e Assessoria Técnica Ltda**  
Rodovia Gerlado Scavoni, 2730 - compl. Rua 03, 270  
Vale Ind. Paulista  
12305-490 - Jacareí/SP  
(12) 3962.6824

**Rufino Teles Engenharia**  
Rua Pascal, 760 - Apto. 51  
Campo Belo - 04616-002  
São Paulo/SP  
(11) 9632.8311

**S**

**Safety Engenharia e Treinamentos LTDA**  
Rua Pernambuco - Aeroporto  
64005-006 - Teresina/PI  
(086) 9817.6769

**Saipem do Brasil Serviços de Petróleo**  
Av. Maria de Oliveira Chere, 2 - sala 1 - Cing - 11420-710  
Guarujá/SP  
(13) 3354.2987

**SALT Serviços Técnicos Especializados Ltda - EPP**  
Rua Gleide de Oliveira Santiago, Lote 21 Quadra 03 - Jardim Campomar  
28890-377  
Rio das Ostras/RJ  
(21) 2334.4567

**Sanesi Engenharia e Saneamento Ltda**

Rua Hércília, 05 - Casa 02  
Vila Matilde - 03512-050  
São Paulo/SP  
(11) 2268.1930

**SANTEC - Tecnologia de Soldagem**

Av. Anton Von Zuben, 3089  
Jd. São José - 13051-145  
Campinas/SP  
(19) 3267.4924

**SENAT Group do Brasil - Serviços Marítimos e Terrestres Ltda.**

Av. Rio Branco 1 - Sala 1201  
Centro - 20090-003  
Rio de Janeiro/RJ  
(21) 2588.8069

**Serv-End Indústria e Comércio Ltda**

Rua Prudente de Moraes,  
580 - Jd. Alvorada  
09960-500 - Diadema/SP  
(11) 4066.5312

**Serviços Marítimos Continental S/A**

Alameda Tenente Célio, 150  
Granja dos Cavaleiros  
27930-120 - Macaé/RJ  
(22) 3312.3350

**SGS do Brasil Ltda**

Avenida Andrômeda, 832  
Alphaville Empresarial  
06473-000 - Barueri/SP  
(11) 3883.8886

**Siemens Ltda**

Av. Mutinga, 3.800- 2º andar  
Pirituba - 05110-902  
São Paulo/SP  
(11) 3908.2211

**SISTAC - Sistemas de Acesso Ltda**

Rua Quatorze, S/N - Lt. 1991  
- Cx. postal 112.532 - Geba-  
ra - 24867-448 - Itaboraí/RJ  
(21) 3674.8300

**Skanska Brasil Ltda**

Av. Prefeito Aristeu Ferreira  
da Silva, 2805 - Novo Cava-  
leiros - 27930-070 - Macaé/RJ  
(22) 2757.9700

**SKE Inspeção e Consultoria Ltda**

Rua Carlos Delgado de Car-  
valho, 331 - Sala 202 - Cam-  
po Grande - 23088-410  
Rio de Janeiro/RJ  
(21) 3403.3632

**Starnort Comércio e Serviços Técnicos Ltda**

Av. Guarda Mor Lobo Viana,  
1038 - Centro - 11600-000  
São Sebastião/SP  
(12) 3892.2293

**System Asses., Insp. e Controle da Qualidade Ltda**

Rua do Mercado, 1 - Qd.B -  
1º andar - Centro  
42800-050 Camaçari/BA  
(71) 3621.5350

## T

**T&D Inspeções e Consultorias Ltda**

Rua Tupi, 621 - Sala 02 - Iga-  
ra - 92410-310 - Canoas/RS  
(51) 3031.8210

**Task - Polygon**

Av. Rogério Cassola, 896  
Itapeva - 18116-709  
Votorantim/SP  
(15) 3034-8000

**Tech-Insp Treinamentos e Serviços Ltda**

R. Elizete Cardoso, 03 - Jd.  
Campomar- 28890-380  
Rio das Ostras/RJ  
(22) 2764.2979

**Technotest Serviços de Inspeções Técnicas Ltda**

Rua Juparanã, 397 - Concórdia  
31110-780  
Belo Horizonte/MG  
(31) 3429.3100

**Tecnomedição Sistemas de Medição Ltda**

Av. Santa Inês, 1375 - Pq.  
Mandaqui - 02415-001  
São Paulo/SP  
(11) 6994.0222

**Trac Oil And Gas LTDA. 3 Thistle Road**

EX - Dyce Aberdeen AB21  
ONN  
(44) 01224.725800

**Tracerco do Brasil Diagnósticos de Processos Industriais Ltda**

Rua Victor Civita, 66 - Ed. 4 -  
GRP. 501 - Jacarepaguá  
22775-044 -Rio de Janeiro/RJ  
(21) 3385.6800

## V

**V&M do Brasil S/A**

Usina Barreiro - CP 1453  
30161-970  
Belo Horizonte/MG  
(31) 3328.2363

**Vallourec Soluções**

**Tubulares do Brasil S/A.**  
Avenida Olinto Meireles, 65  
Barreiro - 30640-010  
Belo Horizonte/MG  
(03) 13328.2850

**Victória Qualidade Industrial Ltda**

Rua Carlos Alberto Santos,  
227 - Portão - Buraquinho  
42700-000  
Lauro de Freitas/BA  
(71) 3287.0024

**Villar Manutenção de Máquinas Ltda**

Avenida Inocêncio Seráfico,  
301 - Vila Silva Ribeiro  
06380-021-Carapicuíba/SP  
(11) 4153.4418

**Villares Metals S/A**

Rua Alfredo Dumont Villares,  
155 - Jardim Santa Carolina  
13178-902-Sumaré/SP  
(19) 3864.8663

**Voith Hydro Ltda**

Rua Friedrich Von Voith, 825  
- Prédio 15 - Jaraguá  
02995-000 - São Paulo/SP  
(11) 3944.5029

**VTECH Consulting Ltda**

Rua Sapucaia, 838/844 -  
Alto da Mooca-03170-050  
São Paulo/SP  
(11) 2605.8080

## X

**XD4SOLUTIONS EIRELE-ME**

Rua José Alexandre Buaiz,  
190 / Sala 412 - Enseada do  
Suá- 29050-918 - Vitória/ES  
(027) 2142.3988



Órgãos de Treinamentos Reconhecidos

*abend*i**

OTS		MÉTODOS UTILIZADOS																							
		ACESSO POR CORDA	ACFM	ANÁLISE DE VIBRAÇÕES	CONTROLE DIMENSIONAL	CORRENTES PARASITAS	EMIÇÃO ACÚSTICA	END NO SETOR SUBAQUÁTICO	ENSAIO RADIOGRÁFICO CONVENCIONAL	ENSAIO RADIOGRÁFICO DIGITAL	ENSAIO VISUAL	ESTANQUEIDADE	ESTANQUEIDADE (SANEAMENTO)	LÍQUIDO PENETRANTE	MEDIÇÃO DE POTENCIAL ELETROQUÍMICO	MFL	PARTÍCULAS MAGNÉTICAS	PIG INSTRUMENTADO	TERMOGRAFIA	TESTE POR PONTOS	ULTRASSOM	MEDIÇÃO DE ESPESSURA POR ULTRASSOM	ULTRASSOM   IRIS	ULTRASSOM   PHASED ARRAY	ULTRASSOM   TOFD
PRÓ END														X							X	X			
SAGATECH														X			X				X	X			
SATEC				X										X											
SENAI									X					X			X				X	X		X	
SIRIUS														X			X					X			

## Endereços

### PRÓ END

R. Nunes Machado, 2328 - Curitiba - PR

(41) 3332-0783

santin@proend.com.br

### SAGATECH

R. Senador Dantas, 117, sl.741 - Rio de Janeiro - RJ

(21) 3974-3501

sagatech@sagatech.ind.br

### SATEC

R. Queiroz Pedroso, 225 - Mauá - SP

(11) 4576-8316

satec.satec@uol.com.br

### SENAI

R. São Francisco Xavier, 601 - Maracanã - RJ

(21) 3978-8706

PGVASCONCELOS@firjan.org.br

### SIRIUS

R. Coronel Ramalho, 337, 1º andar - Guararema - SP

(11) 4693-2816

leonardo@sirius-treinamentos.com.br

## Acompanhe a Abendi nas mídias sociais



[abendi.org.br](http://abendi.org.br)



[associacao.abendi](https://www.facebook.com/associacao.abendi)



[abendinews.org.br](http://abendinews.org.br)



[Abendi Associação](https://www.linkedin.com/company/Abendi-Associação)



[abendi\\_end](https://twitter.com/abendi_end)



[Abendi](https://www.youtube.com/Abendi)

Abendi  
2018

abendi

## SÓCIOS PATROCINADORES



METAL-CHEK



OLYMPUS



VILLARES METALS