



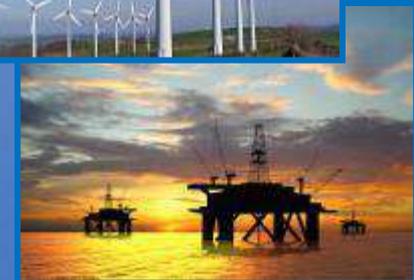
IB-NDT

Nondestructive Evaluation
www.ibndt.com

Brasil

▪ 2017 ▪

SOLUÇÕES INTEGRADAS EM ENSAIOS NÃO DESTRUTIVOS





IB-NDT
Nondestructive Evaluation
www.ibndt.com

**MONITORAMENTO DE SAÚDE ESTRUTURAL DE
ESTRUTURAS DINAMICAMENTE CARREGADAS**

MONITORAMENTO DE SAÚDE ESTRUTURAL DE ESTRUTURAS DINAMICAMENTE CARREGADAS





IB-NDT
Nondestructive Evaluation
www.ibndt.com

MONITORAMENTO DE SAÚDE ESTRUTURAL DE ESTRUTURAS DINAMICAMENTE CARREGADAS APLICAÇÃO



**EQUIPAMENTOS
SUBMETIDOS A
ESFORÇOS
ESTÁTICOS E
CARREAMENTOS
DINÂMICOS**

MONITORAMENTO DE SAÚDE ESTRUTURAL DE ESTRUTURAS DINAMICAMENTE CARREGADAS OBJETIVO DO PROGRAMA



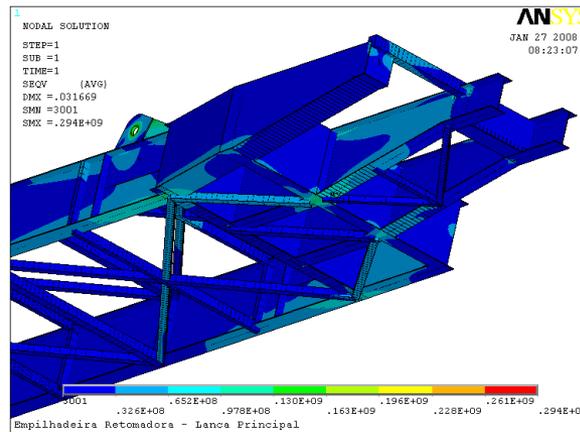
- Avaliação global da estrutura utilizando ensaios minimamente invasivos.
- Identificar, dimensionar e analisar a continuidade operacional da estrutura em função de danos existentes.
- Determinar a via útil residual.
- Primar pela avaliação qualitativa da informação.
- Elaboração de projeto de reforço estrutural se necessário.



MONITORAMENTO DE SAÚDE ESTRUTURAL DE ESTRUTURAS DINAMICAMENTE CARREGADAS O PROGRAMA

Para realização do programa a IB-BDT desenvolveu as seguintes expertises:

- Análise numérica de tensões;
- Determinação de vida útil a fadiga;
- Extensioméria e Deslocamentos (tecnologias wireless);
- Emissão acústica;
- ACFM (Alternating Current Field Measurement);
- Phased Array;
- Inspeção visual com alpinismo industrial;
- Inspeção eletromagnética em cabos de aço;





MONITORAMENTO DE SAÚDE ESTRUTURAL DE ESTRUTURAS DINAMICAMENTE CARREGADAS ANÁLISE NUMÉRICA DE TENSÕES

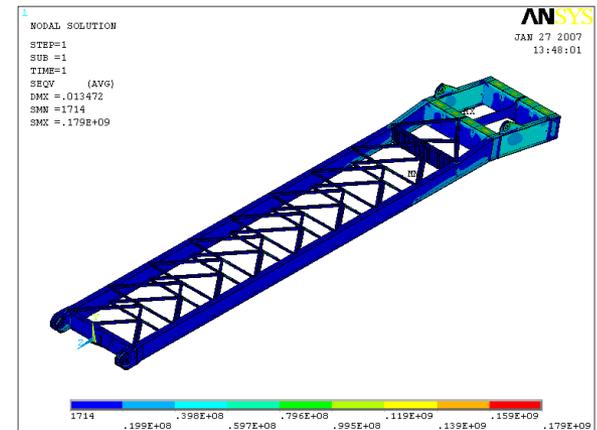
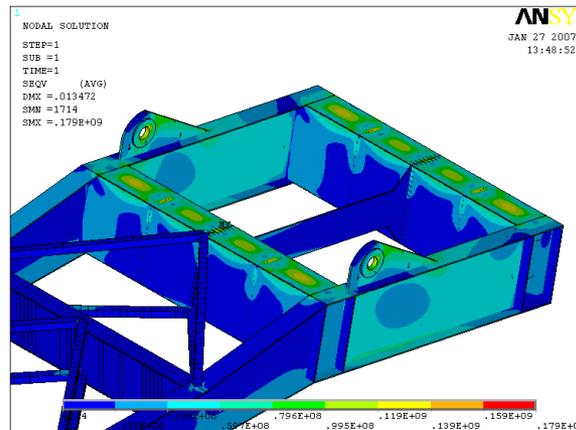
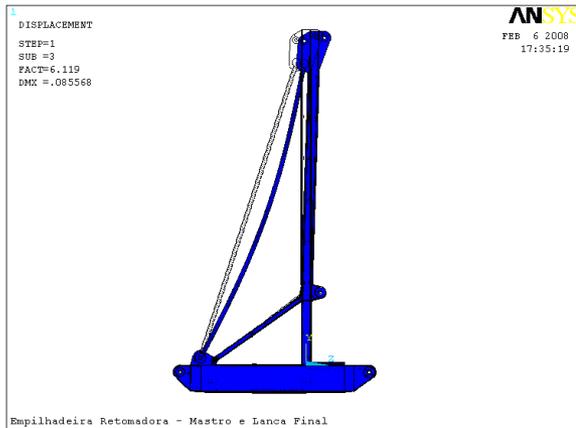
O Método dos Elementos Finitos (MEF) é utilizado para efetuar simulações numéricas que possam representar a resposta do componente sob as condições de carregamento estático previstas.

Nas análises numéricas tradicionais não se considera a presença de defeitos iniciais (trincas, por exemplo) e adota-se o escoamento do componente mecânico como critério de falha. Desta forma, gera-se um modelo numérico irreal não se incorpora nenhuma variável que indique o nível de dano. Assim, assume-se que a falha do componente ocorrerá somente por escoamento.

Em função das práticas de ensaios globais, identificação e dimensionamento que a IB-NDT desenvolve incluímos em nosso modelo numérico os danos mensurados, com isso, geramos um modelo numérico bem próximo da realidade estrutural do equipamento.



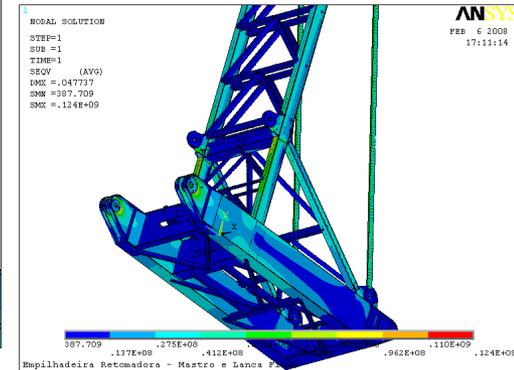
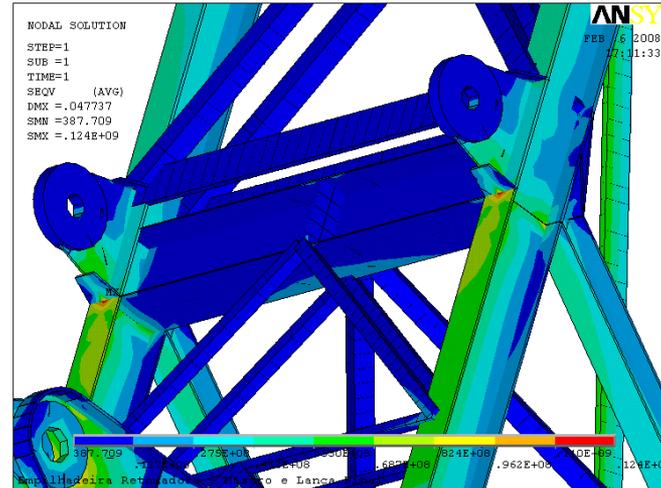
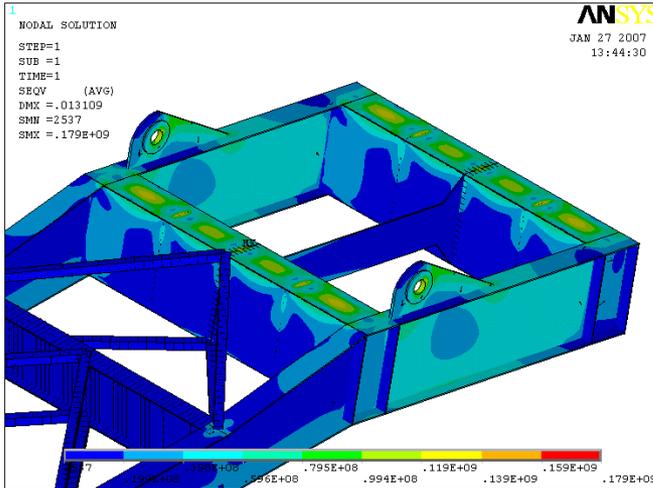
ANÁLISE DE TENSÕES E VIDA ÚTIL A FADIGA





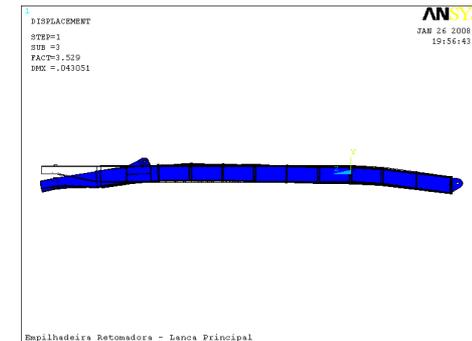
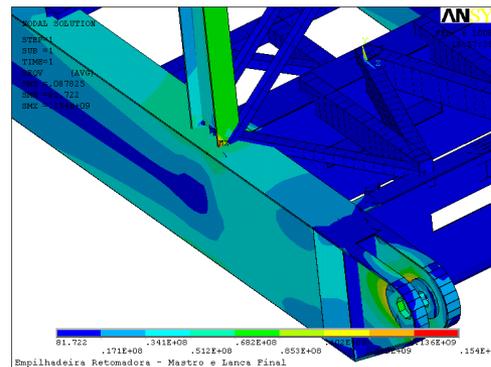
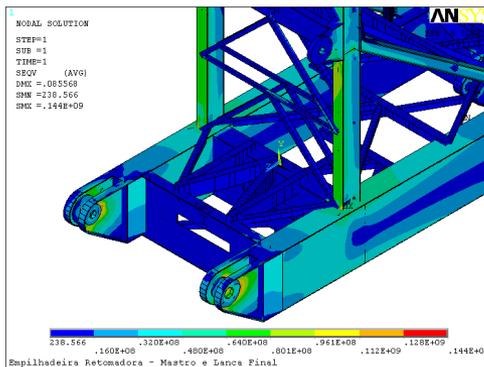
MONITORAMENTO DE SAÚDE ESTRUTURAL DE ESTRUTURAS DINAMICAMENTE CARREGADAS

ANÁLISE NUMÉRICA DE TENSÕES



Estrutura do contrapeso: Tensão equivalente de von Mises para condição sem carga de vento com um ângulo de inclinação da lança de 0° e 1000 ton/h.

Mastro principal: regiões da estrutura onde se observa o valor máximo da tensão equivalente de von Mises para a configuração com um ângulo de inclinação da lança de -11° e 1000 ton/h





MONITORAMENTO DE SAÚDE ESTRUTURAL DE ESTRUTURAS DINAMICAMENTE CARREGADAS ANÁLISE DE VIDA ÚTIL A FADIGA

Na análise estrutural de componentes mecânicos sujeitos a cargas alternadas cíclicas, em trabalho ou serviço, um modo de falha predominante é a fadiga.

Um dos critérios de estimativa de vida de fadiga baseia-se na curva de fadiga do material – σ -N, que relaciona a tensão cíclica com o número de ciclos até a falha.

A IB-NDT utiliza na determinação dos ciclos o método do algoritmo “Rain Flow”.

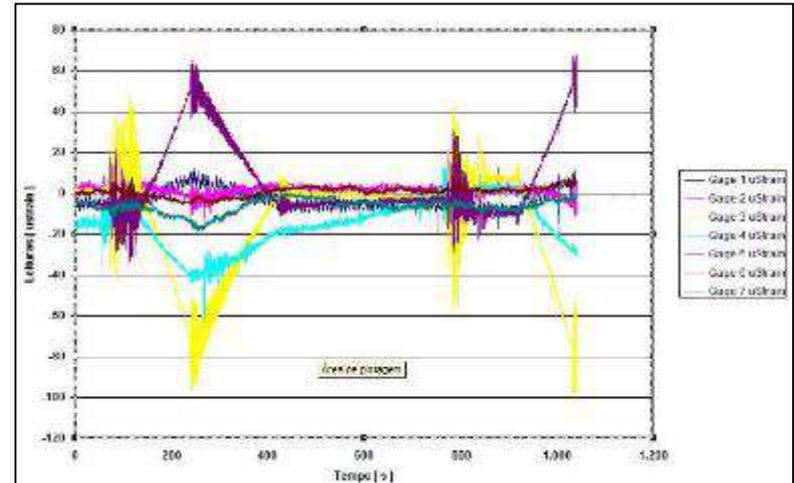
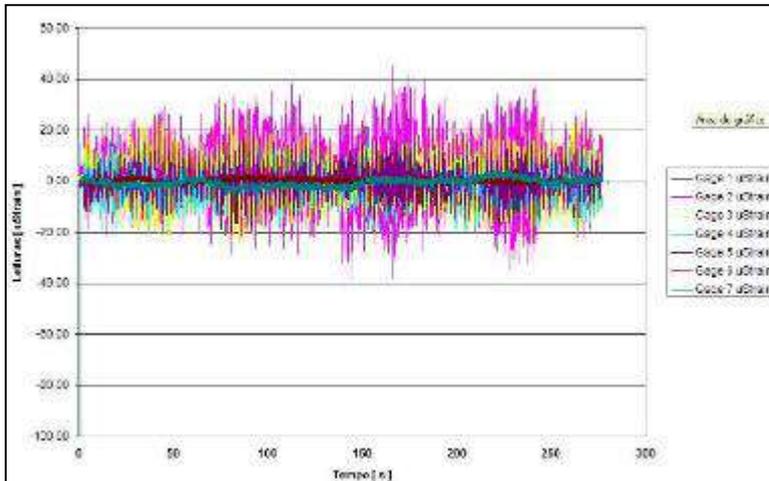
Esta estimativa pode ser realizada no domínio do tempo, baseada na contagem de ciclos em cada nível de tensão determinado a partir da análise de um sinal gravado no tempo. O processo abaixo sintetiza a coleta de dados em campo.



Com esta metodologia elimina-se as extrapolações de ciclos (“chutes”) e a previsão de vida útil a fadiga torna-se mais próxima a realidade estrutural.



EXTENSIOMETRIA E MEDIÇÃO DE DESLOCAMENTOS (SISTEMA SEM FIO)





MONITORAMENTO DE SAÚDE ESTRUTURAL DE ESTRUTURAS DINAMICAMENTE CARREGADAS EXTENSIOMETRIA E DESLOCAMENTO (WIRELESS)

A IB-NDT possui e revende um alinha de sensores de Strain Gages e Acelômetros sem fio. **Esta tecnologia permite medir os carregamentos e deslocamentos com a maquina em operação.**

O sistema consiste de vários registradores alimentados por bateria e um coordenador com interface USB para conexão com o PC. O Logger amplifica o sinal de strain gage, convertendo em um código digital e envia através do canal sem fio para o coletor. Os dados são processados em software para análise.



55 mm



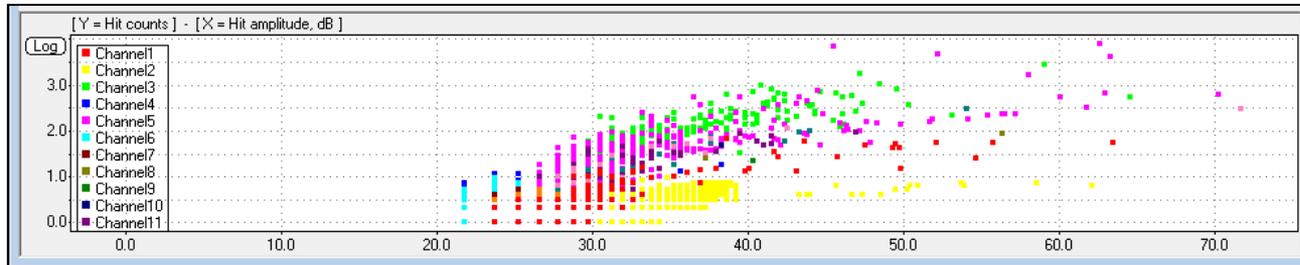
21 mm



80 mm



EMISSÃO ACÚSTICA EM ESTRUTURAS DINAMICAMENTE CARREGADAS

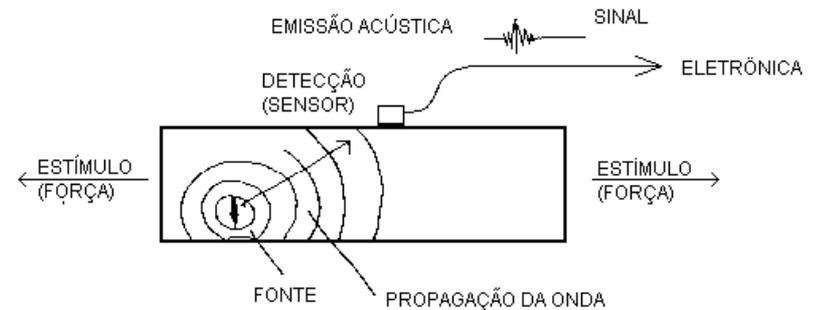


MONITORAMENTO DE SAÚDE ESTRUTURAL DE ESTRUTURAS DINAMICAMENTE CARREGADAS EMISSÃO ACÚSTICA - O SINAL

Emissão acústica é um fenômeno físico ocorrendo dentro dos materiais. O termo emissão acústica é usado para definir a energia elástica liberada dentro de um material na forma de ondas elásticas transientes.

A aplicação de carga e ou a presença de ambiente severo produz modificações internas tais como crescimento de descontinuidades, deformação plástica local, corrosão, vazamentos e em alguns casos mudanças de fase que fornecem o incremento de emissão acústica. Portanto, fornece alguma informação sobre o comportamento interno dos materiais em consideração.

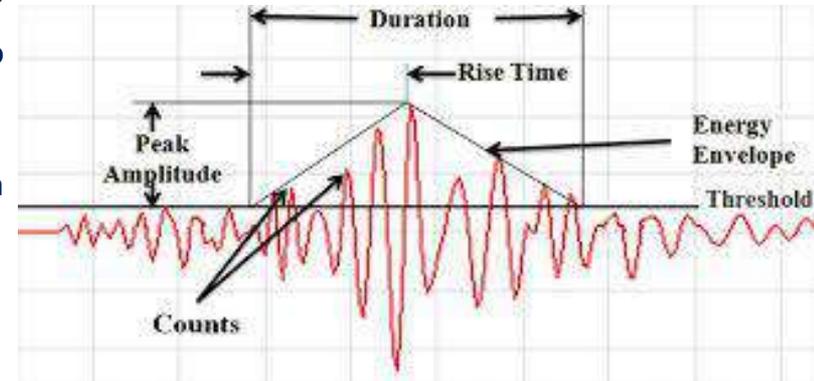
As ondas são detectadas por meio de sensores adequados que tornam possível converter os movimentos da superfície do material em sinais elétricos. Estes sinais são processados por instrumentação apropriada com uma visão para indicar e localizar as fontes de emissão acústica. A Figura ao lado apresenta o princípio esquemático do ensaio de emissão acústica.



MONITORAMENTO DE SAÚDE ESTRUTURAL DE ESTRUTURAS DINAMICAMENTE CARREGADAS EMIÇÃO ACÚSTICA - O SINAL

Os principais parâmetros de emissão acústica podem ser vistos na Figura abaixo:

- **Amplitude de sinal de emissão acústica:** o valor máximo de voltagem obtido pelo sinal de emissão acústica;
- **contagem de emissão acústica:** o número de vezes que o sinal de emissão acústica ultrapassa o limite de referência durante o ensaio;
- **Duração:** intervalo de tempo em que o espectro mantém-se acima do limite de referência do ensaio;
- **Energia:** é a envoltória do espectro obtido;
- **Hitz:** descrição qualitativa de emissão acústica relacionado a um sinal individual emitido por um material.
- **Rise Time:** é o tempo passado desde o primeiro cruzamento do limiar até o tempo onde ocorreu o pico de máxima amplitude





MONITORAMENTO DE SAÚDE ESTRUTURAL DE ESTRUTURAS DINAMICAMENTE CARREGADAS EMISSÃO ACÚSTICA - BENEFÍCIOS

O ensaio de Emissão Acústica nos elementos estruturais em Estruturas dinamicamente carregadas permite:

- a) Identificar atividades de emissão acústica, relacionadas a trincas, em 100% da estrutura, mesa de giro, pinos e articulações;
- b) Tempo de parada de inspeção 90% inferior a parada para inspeção usando as técnicas tradicionais;
- c) As principais contribuições da técnica de emissão acústica e a possibilidade de monitorar uma estrutura de forma global e não intrusiva e localizar regiões específicas na estrutura onde se encontram as anomalias. O equipamento ou estrutura é monitorado por completo de uma só vez sem interferência significativa na operação da estrutura, evitando assim, interrupções desnecessárias na produção.



IB-NDT
Nondestructive Evaluation
www.ibndt.com

MONITORAMENTO DE SAÚDE ESTRUTURAL DE ESTRUTURAS DINAMICAMENTE CARREGADAS EMISSÃO ACÚSTICA – DOCUMENTOS TÉCNICOS

A IB NDT possui procedimento de inspeção aprovado por inspetor N3 de EA.

	PROCEDIMENTO SGI AVALIAÇÃO DE SISTEMAS DE IÇAMENTO PELO MÉTODO DE ENSAIO NÃO DESTRUTIVO DE EMISSÃO ACÚSTICA	CÓDIGO: Nº: PR-SGI-039 Rev: 1 Data: 15/10/2015 Valido: 15/10/2017
---	---	--

Página 1 de 13

 **IB-NDT**
Nondestructive Evaluation
www.ibndt.com

**AVALIAÇÃO DE SISTEMAS DE
IÇAMENTO PELO MÉTODO DE
ENSAIO NÃO DESTRUTIVO
DE EMISSÃO ACÚSTICA**

Procedimento qualificado e de acordo com as normas:
ROSTECHNADZOR PB03-895-03, ASTM E1830/E1830M-12, ASTM E1211/E1211M - 12 API Publ. 334
Igor Kozyrev
ISO 9712 - nº 17283-2014
Emissão Acústica - Nível 3
Ensaio Eletromagnético N 2

SISTEMA DE GESTÃO INTEGRADO - SGI
PROJETO, PLANEJAMENTO, EXECUÇÃO E MANUTENÇÃO DE TRABALHOS

PR-SGI-039 – Ensaio por Emissão Acústica em Sistemas de Içamento;

ASTM - E 1316 - Standard Terminology for Nondestructive Examinations;

ASTM - E 650- Standard guide for mounting piezo-electric acoustic emission sensors;

ASTM - E 750- Standard practice for characterizing acoustic emission instrumentation;

ASTM - E 1106- Standard method for primary calibration of acoustic emission sensors;

ASTM E569-02- Standard Practice for Acoustic Emission Monitoring of Structures During Controlled Stimulation1.

MONITORAMENTO DE SAÚDE ESTRUTURAL DE ESTRUTURAS DINAMICAMENTE CARREGADAS EMISSÃO ACÚSTICA - SENSORES



Detalhe de emissão acústica em mesa de giro

Os sensores e pré amplificadores possuem base magnética para fixação durante o ensaio.

Em função de sistemas complexos a IB-NDT pode utilizar sensores sem fio.

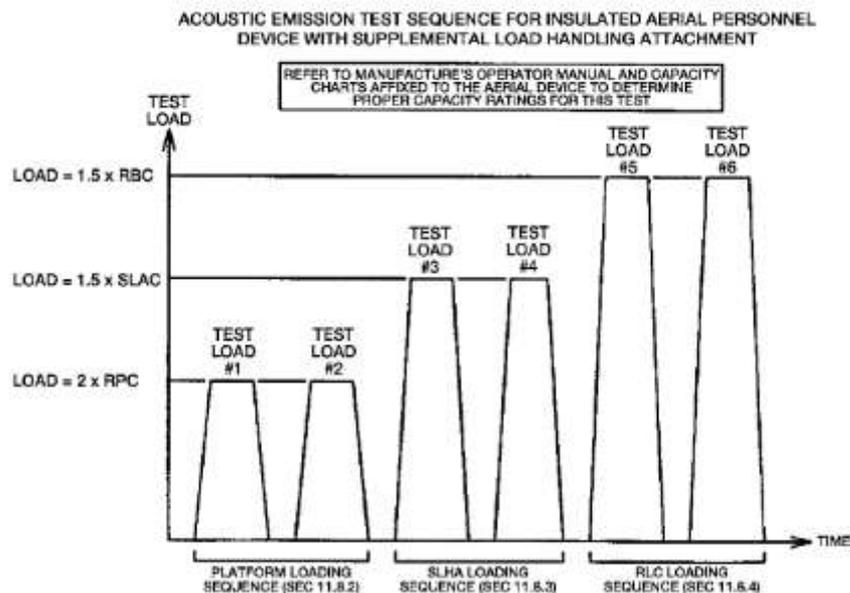


MONITORAMENTO DE SAÚDE ESTRUTURAL DE ESTRUTURAS DINAMICAMENTE CARREGADAS EMISSÃO ACÚSTICA – O ENSAIO

O ensaio segue a seguinte sequencia:

- 1) Ajustar o limite de referência conforme com valor de 40 dBs;
- 2) Ajustar os parâmetros de tempo de aquisição do hit e ganho para todos os canais;
- 3) Monitorar por um período de 15 minutos para observação do ruído de fundo;
- 4) Monitorar o Sistema de Elevação de Carga durante a variação e ou incremento de carga conforme sugestão do gráfico 1;
- 5) Registrar todas as interferências que ocorrerem durante o período de monitoramento;
- 6) Gravar os dados do ensaio em cópia de segurança.

Nota: Em situações de ruído pode ser necessária a alteração do limite de referência. Neste caso deve ser respeitado o limite máximo de 50 dBs.





IB-NDT
Nondestructive Evaluation
www.ibndt.com

MONITORAMENTO DE SAÚDE ESTRUTURAL DE ESTRUTURAS DINAMICAMENTE CARREGADAS EMISSÃO ACÚSTICA – O ENSAIO



A IB-NDT possui protetores eletrônicos que permitem a alimentação elétrica do sistema de Emissão acústica diretamente da bateria de veículo automotivo facilitando a logística de inspeção junto ao cliente



MONITORAMENTO DE SAÚDE ESTRUTURAL DE ESTRUTURAS DINAMICAMENTE CARREGADAS EMISSÃO ACÚSTICA – O CRITÉRIO

O critério utilizado para avaliar os dados de EA dos equipamentos está baseado na verificação da presença das seguintes características e tendências nos dados coletados, descritos nos diplomas técnicos aplicáveis, conforme se aduz:

- 1) Existência de correlação entre os dados de Contagem e a Amplitude, os quais indicam que os sinais de EA foram originados de sítios localizados dentro do metal que liberaram elevados níveis de energia;
- 2) As principais propriedades dos sinais de emissão acústica aumentam (preferivelmente exponencialmente) com o aumento das tensões principais de membrana resultantes da elevação da carga. Este é um indicativo do aumento das forças que ativam os defeitos existentes;
- 3) Distribuição de amplitude, de Rise-time e níveis de energia tipicamente encontrados em indicações de defeitos "tipo trinca";
- 4) Gráficos de localização mostrando agrupamentos de eventos de EA através do uso dos modelos planares e lineares.



MONITORAMENTO DE SAÚDE ESTRUTURAL DE ESTRUTURAS DINAMICAMENTE CARREGADAS EMISSÃO ACÚSTICA – O CRITÉRIO

As fontes se classificam de acordo com a sua atividade acústica e intensidade. Durante o ensaio são coletados dados de Contagem e Amplitude, de modo que para realizar a análise da atividade acústica de uma fonte, é feita a recontagem de eventos ou a recontagem das emissões, classificando-se como:

Classe I - Neste caso não há ações de manutenção.

Classe II - Neste caso a região é determinada para histórico nas futuras inspeções.

Classe III - Neste caso a região é localizada e será solicitada a programação de ensaios não destrutivos no local da atividade.

Classe IV - Neste caso o equipamento de içamento deve ser interditado, aplicado os ensaios não destrutivos para caracterização da emissão e o reparo realizado antes da entrada em operação.





MONITORAMENTO DE SAÚDE ESTRUTURAL DE ESTRUTURAS DINAMICAMENTE CARREGADAS EMISSÃO ACÚSTICA – O CRITÉRIO

Um relatório de ensaio deve é emitido para cada objeto testado utilizando FO-SGI-008– RELATÓRIO TÉCNICO. As seguintes informações são incluídas no relatório de ensaio:

- ✓ Número do Relatório;
- ✓ TAG do equipamento;
- ✓ Material de construção;
- ✓ Fabricante do equipamento;
- ✓ Informações da instrumentação de EA incluindo fabricante, modelo, número de série, tipo de sensor e as datas de validade e número do certificado de calibração;
- ✓ Cópia do Certificado de Calibração dos Equipamentos de medição utilizados;
- ✓ Códigos e normas aplicáveis;
- ✓ Local e data do exame;
- ✓ Esboço ou desenho indicando as dimensões globais, posicionamento dos sensores e números dos canais correspondentes;
- ✓ Temperatura do equipamento durante o ensaio;
- ✓ Avaliação dos dados;
- ✓ Comparação dos dados com os critérios de avaliação;
- ✓ Resultados da análise;
- ✓ Conclusão sobre a base dos resultados do ensaio. Esta pode ser um breve comunicado de que o Sistema de Elevação de Carga não contém atividades correlacionadas a processo de dano estrutural ou pode incluir uma lista de áreas de interesse;
- ✓ Uma lista de recomendações. Esta pode incluir o acompanhamento por ensaios de EA periódicos, incluindo as áreas de interesse e os métodos END complementares, ou pode ser um breve comunicado que nenhum acompanhamento é necessário;
- ✓ Quaisquer efeitos incomuns ou observações durante o exame;
- ✓ Os nomes dos examinadores e nível de qualificação



ACFM - ALTERNATING CURRENT FIELD MEASUREMENT





MONITORAMENTO DE SAÚDE ESTRUTURAL DE ESTRUTURAS DINAMICAMENTE CARREGADAS ACFM - Alternating Current Field Measurement

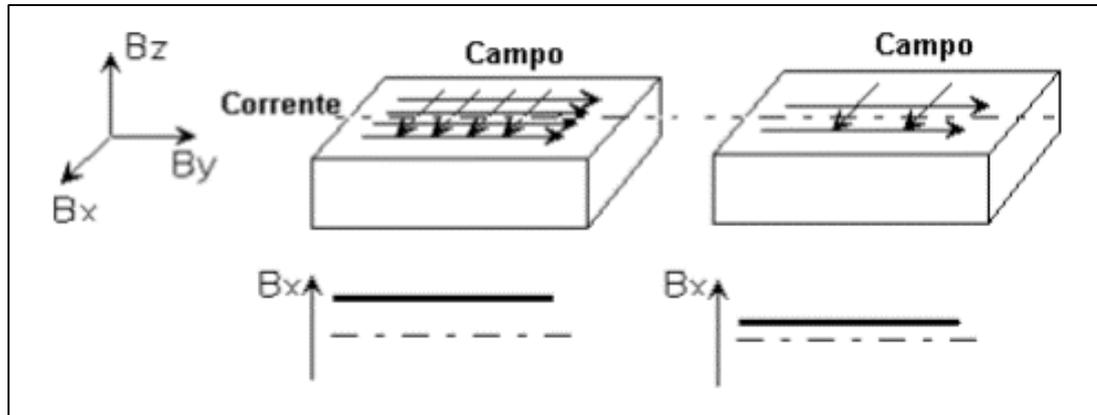
O ACFM é uma tecnologia eletromagnética sem contato para a detecção de trincas de superfície em materiais condutores. A sonda ACFM induz uma corrente elétrica uniforme no material a inspecionar, em seguida, produz um campo magnético que terá seu fluxo perturbado em torno das arestas da trinca se a mesma estiver presente. As sondas possuem sensores incorporados que são utilizados para detectar estas perturbações do campo magnético. Dois componentes do campo magnético são medidos são o B_x e B_z , a primeira para estimar profundidade trinca e o último para estimar o comprimento da trinca. Estas medidas, juntamente com algoritmos de software são utilizadas para determinar o comprimento preciso e profundidade da descontinuidade.

**SUBSTITUI OS ENSAIOS DE LÍQUIDOS
PENETRANTES E PARTÍCULAS
MAGNÉTICAS.**



MONITORAMENTO DE SAÚDE ESTRUTURAL DE ESTRUTURAS DINAMICAMENTE CARREGADAS ACFM - Alternating Current Field Measurement

A técnica ACFM mede quantidades absolutas de campos magnéticos superficiais produzidas por um campo magnético uniforme, induzido paralelamente a trinca. Para um campo uniforme, a relação entre a densidade do fluxo magnético e as correntes elétricas é dado pela Figura ao lado. Quando a corrente é curvada, isto causa uma elevação na densidade do fluxo magnético perpendicular à superfície, como mostrado nos próximos slides.



Campos uniformes e correntes numa dada superfície



MONITORAMENTO DE SAÚDE ESTRUTURAL DE ESTRUTURAS DINAMICAMENTE CARREGADAS ACFM - Alternating Current Field Measurement

O ensaio consiste na passagem das sondas pela margem do cordão de solda. A velocidade de inspeção pode chegar a 10 mm/s

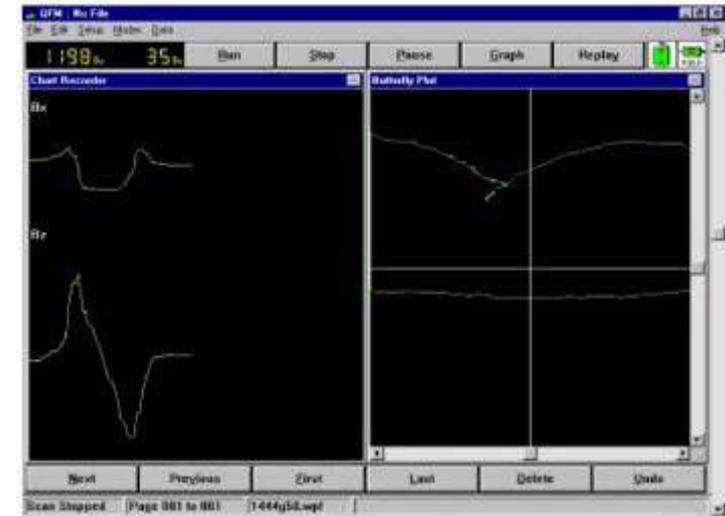




IB-NDT
Nondestructive Evaluation
www.ibndt.com

**MONITORAMENTO DE SAÚDE ESTRUTURAL DE
ESTRUTURAS DINAMICAMENTE CARREGADAS
ACFM - Alternating Current Field Measurement**

**DETECÇÃO E DIMENSIONAMENTO DE TRINCAS SEM
A NECESSIDADE DE RETIRADA DE TINTA.**

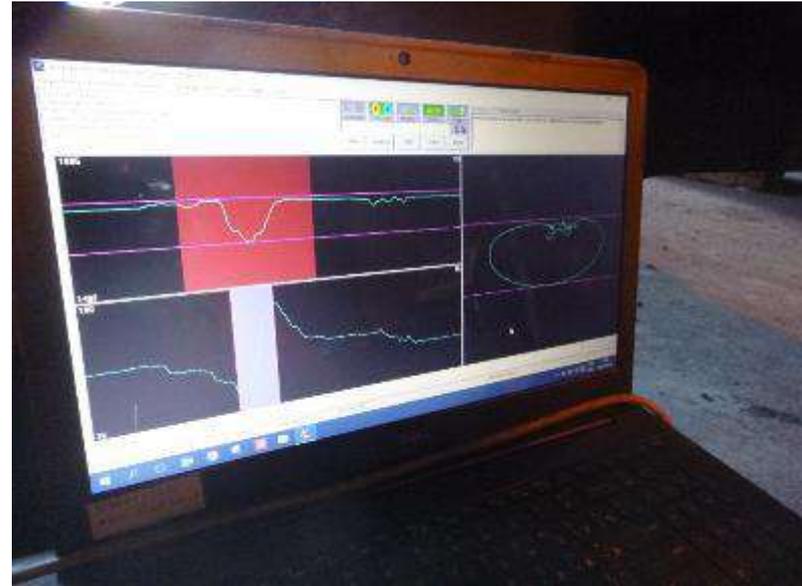




IB-NDT
Nondestructive Evaluation
www.ibndt.com

MONITORAMENTO DE SAÚDE ESTRUTURAL DE ESTRUTURAS DINAMICAMENTE CARREGADAS ACFM - Alternating Current Field Measurement

Dimensiona: Largura, comprimento e profundidade da trinca.





MONITORAMENTO DE SAÚDE ESTRUTURAL DE ESTRUTURAS DINAMICAMENTE CARREGADAS ACFM - Alternating Current Field Measurement BENEFÍCIOS

O ensaio de ACFM nos elementos estruturais em Estruturas dinamicamente carregadas permite:

- a) Realizar a inspeção em cordões de solda e elementos estruturais sem a necessidade de retirada de tinta;
- b) Pela velocidade de inspeção (10mm/s) o tempo de inspeção é 95% inferior a prática de inspeção tradicional (LP e PM);
- c) O ensaio pode ser realizado por alpinismo industrial, pois o Alpinista necessita unicamente operar uma sonda (tamanho de caneta), sem necessidade de operar máquinas operatrizes.
- d) O dimensionamento da trinca é realizado digitalmente pelo inspetor e pode ser registrado para avaliação posterior.



ULTRASSOM FHASEAD ARRAY

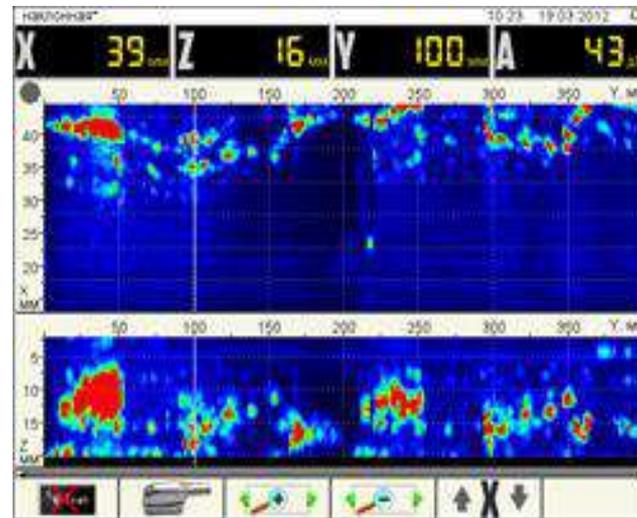




MONITORAMENTO DE SAÚDE ESTRUTURAL DE ESTRUTURAS DINAMICAMENTE CARREGADAS ULTRASSOM PHASED ARRAY

Um sistema Phased Array, normalmente, está baseado em um transdutor ultrassônico especializado que possui muitos elementos individuais (de 16 a 256) que podem ser pulsados separadamente em um padrão programado. Estes transdutores podem ser utilizados com vários tipos de calços, no modo de contato ou em teste por imersão. Seu formato pode ser quadrado, retangular ou redondo, e as frequências de teste estão geralmente entre 1 e 10 MHz.

Como esta tecnologia é possível formatar e direcionar o feixe eletrônico, sendo possível a geração vários tipos perfis de feixes ultrassônicos diferentes em um único conjunto de sonda, e a direção deste feixe pode ser programado dinamicamente para criar varreduras eletrônicas





MONITORAMENTO DE SAÚDE ESTRUTURAL DE ESTRUTURAS DINAMICAMENTE CARREGADAS ULTRASSOM PHASED ARRAY

O ensaio de PHASED ARRAY nos elementos estruturais em Estruturas dinamicamente carregadas permite:

- a) Realizar a inspeção em cordões de solda de geometria complexa somente com acesso a um dos lados da solda.
- b) Gerar histórico para análise posterior.
- c) Gerar imagem em 3D da descontinuidade permitindo o dimensionamento e tratamento por cálculos específicos.
- d) Mapeamento de corrosão em formato C-scan.



IB-NDT
Nondestructive Evaluation
www.ibndt.com

**MONITORAMENTO DE SAÚDE ESTRUTURAL DE
ESTRUTURAS DINAMICAMENTE CARREGADAS**

INSPEÇÃO E ACESSO COM ALPINISMO INDUSTRIAL





IB-NDT
Nondestructive Evaluation
www.ibndt.com

MONITORAMENTO DE SAÚDE ESTRUTURAL DE ESTRUTURAS DINAMICAMENTE CARREGADAS INSPEÇÃO E ACESSO COM ALPINISMO INDUSTRIAL

Pode ser utilizado Alpinistas Industriais para acesso aos locais de instalação de sensores, inspeção visual, reparos com soldagem etc.



A IB-NDT possui equipe de alpinistas qualificada Abendi e IRATA em nosso quadro fixo.

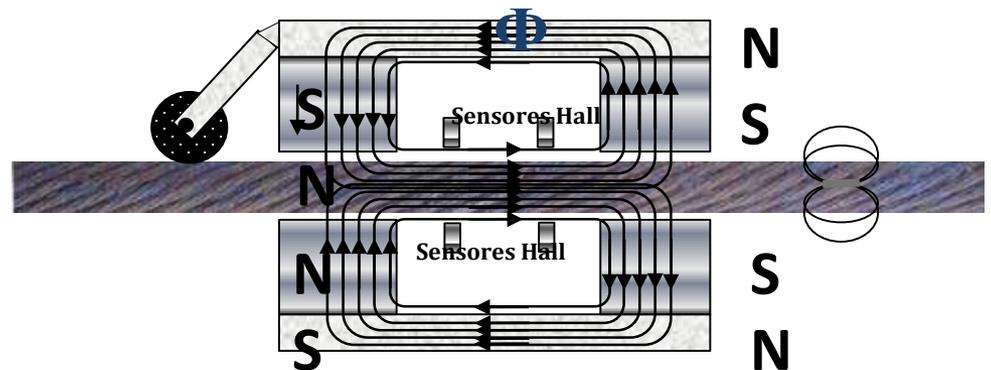
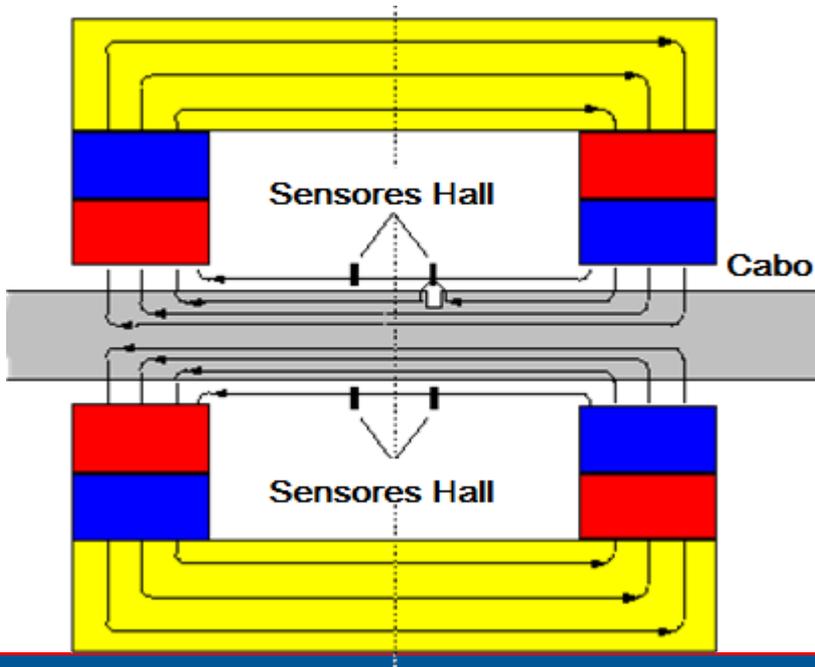


INSPEÇÃO ELETROMAGNÉTICA EM CABOS DE AÇO



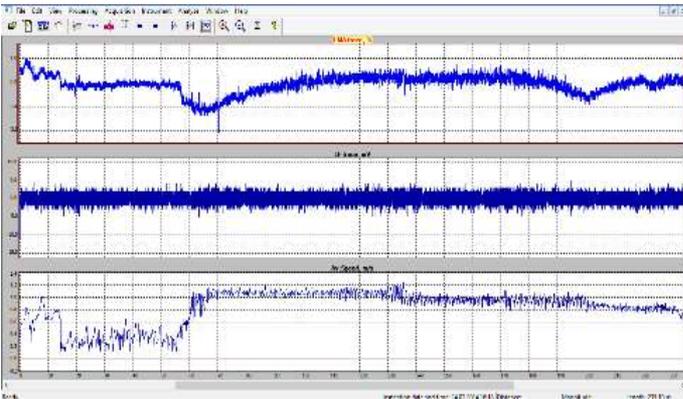
MONITORAMENTO DE SAÚDE ESTRUTURAL DE ESTRUTURAS DINAMICAMENTE CARREGADAS INSPEÇÃO ELETROMAGNÉTICA

A inspeção eletromagnética em cabos de aço consiste na passagem do cabo através do aparelho com ímãs permanentes capaz de magnetizá-lo com um campo forte o suficiente para a saturação do cabo. As descontinuidades no cabo são percebidas pelos sensores hall através das distorções nas linhas do fluxo magnético. Essas variações nas linhas do fluxo magnético determinam os defeitos localizados, (LF- Localized fault) que são fios rompidos e etc.. A detecção da perda de seção metálica (LMA – Loss of metallic cross sectional area) se dá pela indução de um fluxo magnético longitudinal a uma seção do cabo. Os sensores “Hall” captam e armazenam as variações de sinal digitalmente que são descarregados em processadores de dados e traduzidos na forma de gráficos.



MONITORAMENTO DE SAÚDE ESTRUTURAL DE ESTRUTURAS DINAMICAMENTE CARREGADAS INSPEÇÃO ELETROMAGNÉTICA CABOS DE AÇO

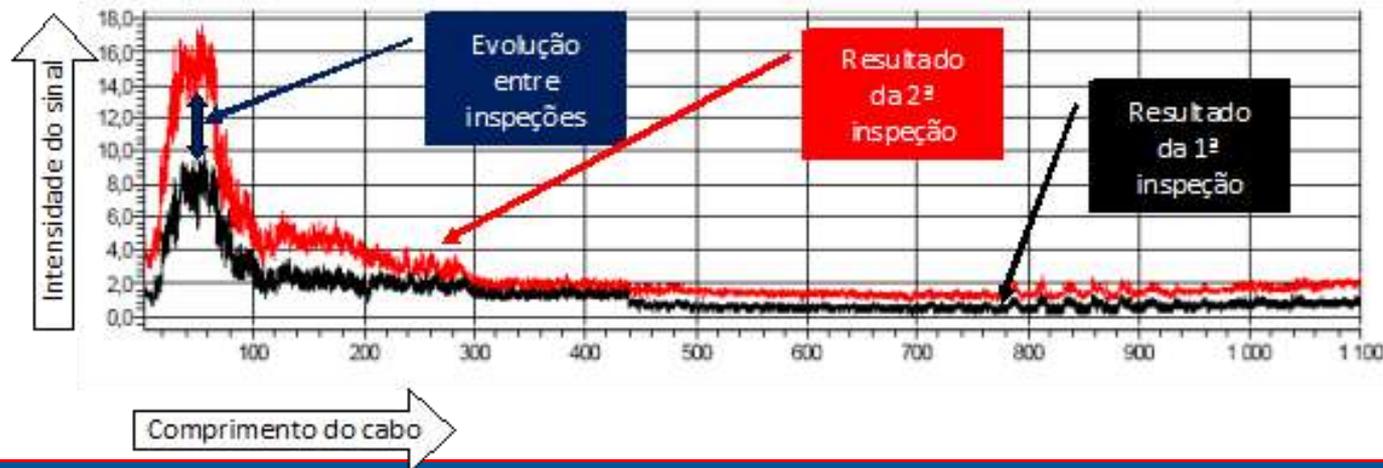
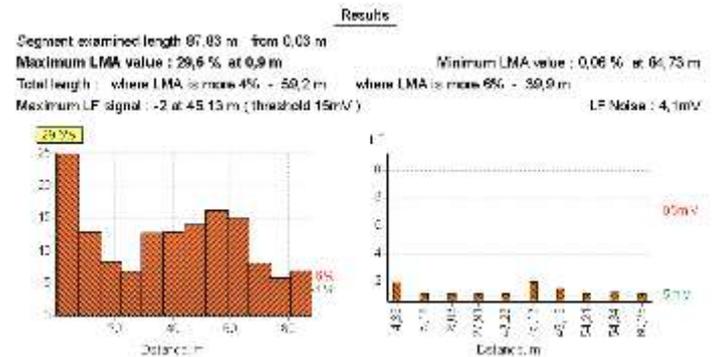
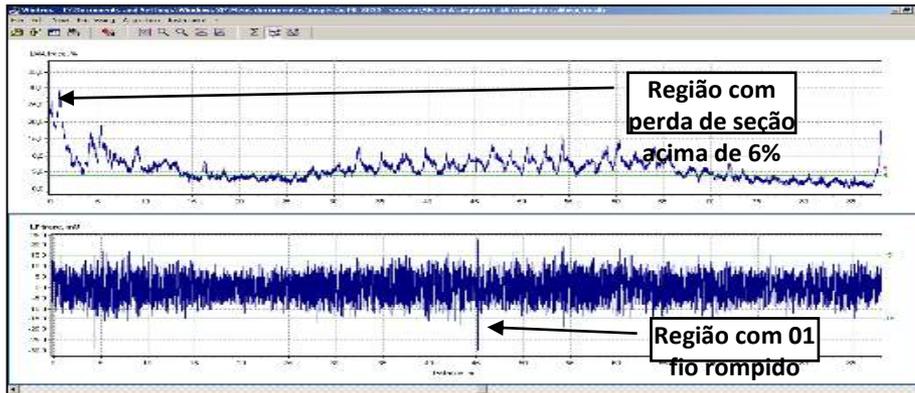
- O ensaio é realizado com a passagem do cabo de aço pela sistema de inspeção eletromagnética (MHI). Esta passagem pode ser realizada através do movimento do cabo de aço ou com o movimento do MHI. A Velocidade da inspeção pode ir até 4m/s.
- O ensaio gera gráficos que são avaliados “on line” pelo inspetor.





MONITORAMENTO DE SAÚDE ESTRUTURAL DE ESTRUTURAS DINAMICAMENTE CARREGADAS INSPEÇÃO ELETROMAGNÉTICA CABOS DE AÇO

- Emitido logo após a inspeção;
- Permite a localização do defeito;
- Comparação entre inspeções;
- Aplicação dos critérios da ISO 4309;



Contatos:

Serra-ES

Tel: +55 27 3348-0370

contato@ibndt.com

Comercial:

Fábio Cerqueira

Cel.: 27 981820950

fabio@ibndt.com

Técnico:

Igor Kozyrev

Cel.: 27 981827255

igor@ibndt.com

Obrigado!