



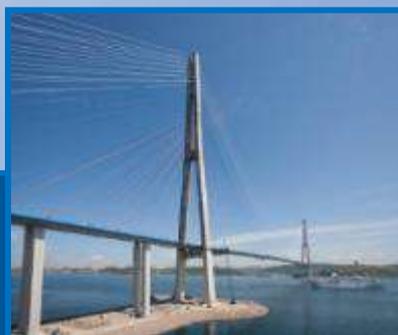
**IB-NDT**

Nondestructive Evaluation  
www.ibndt.com

Brasil

▪ 2017 ▪

# ENSAIOS PARA REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA





**IB-NDT**

Nondestructive Evaluation  
www.ibndt.com

**ENSAIOS NÃO DESTRUTIVOS PARA SETOR  
ELÉTRICO**

# **ENSAIOS NÃO DESTRUTIVOS PARA REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA**





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

**INSPEÇÃO ELETROMAGNÉTICA EM CABOS DE  
TRANSMISSÃO DE ENERGIA ELÉTRICA  
RESULTADOS INSERIDOS EM CABO TESTE**

# **INSPEÇÃO ELETROMAGNÉTICA EM CABOS DE TRANSMISSÃO DE ENERGIA ELÉTRICA**



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

## INSPEÇÃO ELETROMAGNÉTICA EM CABOS DE TRANSMISSÃO DE ENERGIA ELÉTRICA - APLICAÇÃO

A IB-NDT possui tecnologia de inspeção eletromagnética para identificar e dimensionar arames metálicos que compõem a alma metálica do cabo de alumínio nu utilizado na transmissão de energia elétrica. Esta tecnologia não detecta descontinuidades no arames de alumínio.





## INSPEÇÃO ELETROMAGNÉTICA EM CABOS DE TRANSMISSÃO DE ENERGIA ELÉTRICA PORQUE INSPECIONAR?

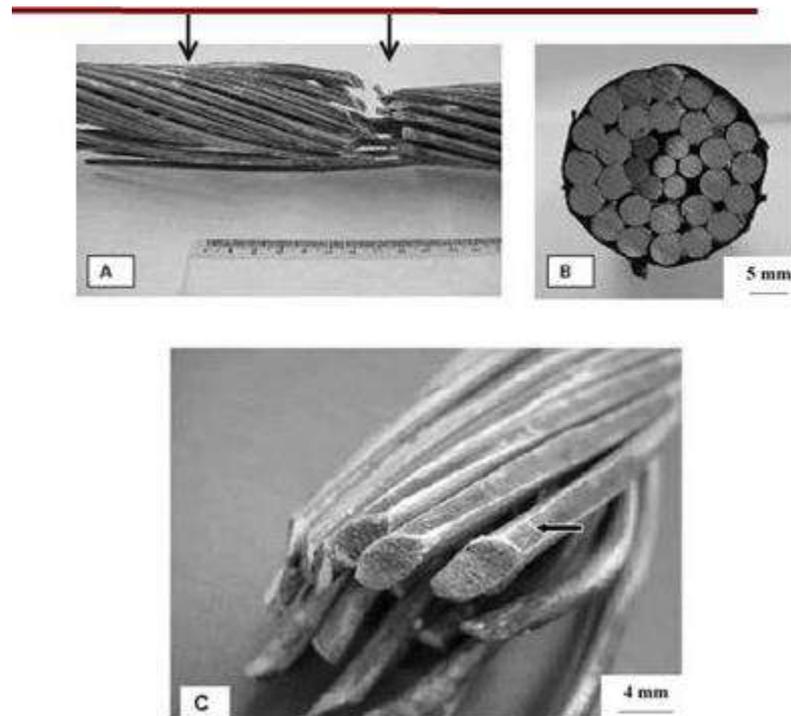
Os cabos das linhas de transmissão de energia elétrica são normalmente constituídos de um núcleo composto por fios de aço galvanizado, o qual é recoberto por várias camadas de fios de alumínio. Os fios de alumínio têm por função conduzir a corrente elétrica, enquanto os fios de aço visam dar sustentação mecânica ao cabo. Como estes cabos ficam instalados ao tempo durante muitos anos, processos corrosivos atacam a camada de zinco que recobre os fios de aço. Uma vez consumida a camada de zinco, a corrosão se processa de forma acelerada sobre os fios de aço, o que compromete a sua integridade física e pode levar à queda do cabo. As consequências da queda de um cabo energizado incluem a interrupção no fornecimento de energia elétrica e sérios riscos à segurança das populações vizinhas.





## INSPEÇÃO ELETROMAGNÉTICA EM CABOS DE TRANSMISSÃO DE ENERGIA ELÉTRICA PORQUE INSPECIONAR?

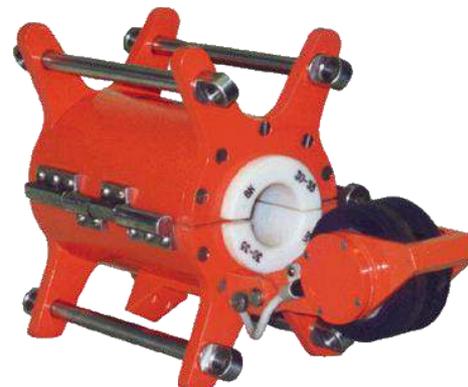
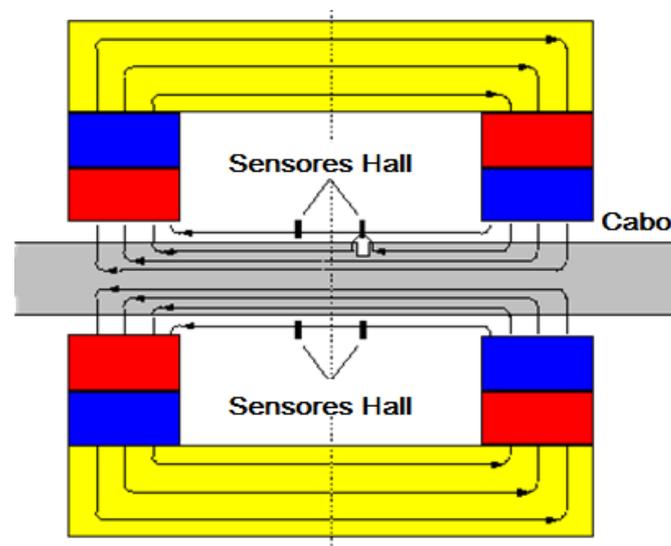
A fadiga é causada pelos esforços dinâmicos resultantes do dobramento alternado do condutor nos pontos de restrição de movimento. Os efeitos dos esforços dinâmicos são agravados pela abrasão (“fretting”) entre a superfície dos fios, que causa a mútua remoção de material. Esse material finamente dividido reage com o oxigênio do ar formando um pó preto (óxido de alumínio), mais duro que o próprio metal, que acelera a taxa com que os fios são desgastados, levando o rompimento dos arames condutores e também da alma metálica.





## INSPEÇÃO ELETROMAGNÉTICA EM CABOS DE TRANSMISSÃO DE ENERGIA ELÉTRICA O PRINCÍPIO FÍSICO

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 discontinuidades 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.





## INSPEÇÃO ELETROMAGNÉTICA EM CABOS DE TRANSMISSÃO DE ENERGIA ELÉTRICA RESULTADOS INSERIDOS EM CABO TESTE

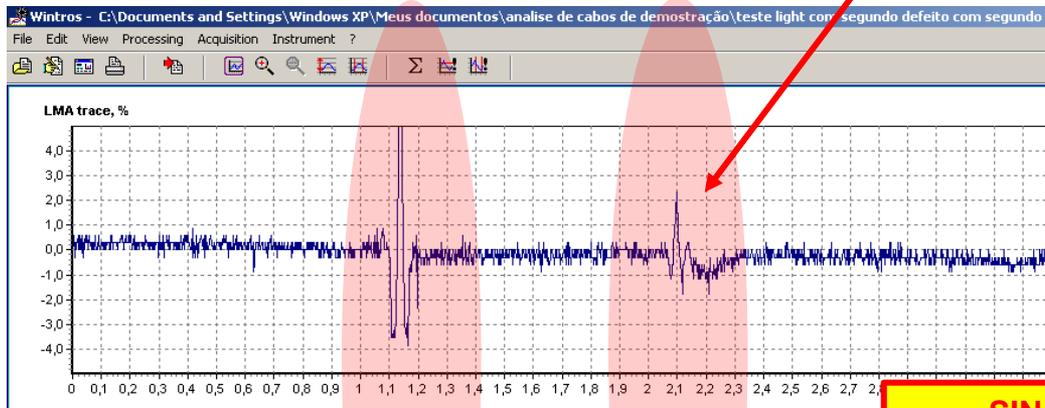
Teste, para demonstração, realizado em  
cabo de transmissão (4,0 m) com alma de  
5,0 mm de diâmetro



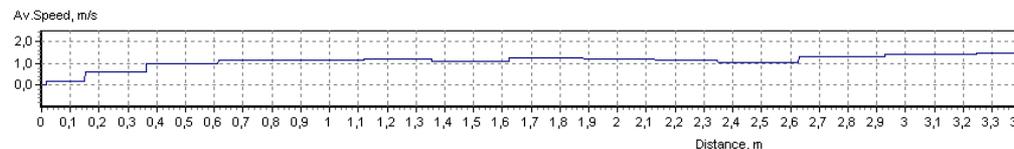
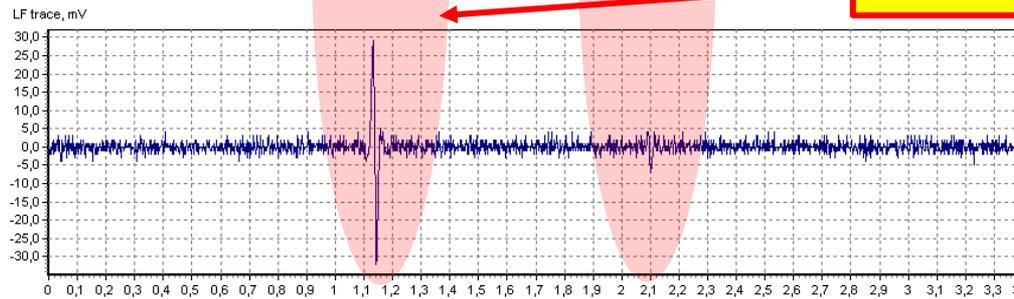
# INSPEÇÃO ELETROMAGNÉTICA EM CABOS DE TRANSMISSÃO DE ENERGIA ELÉTRICA RESULTADOS INSERIDOS EM CABO TESTE

Realizado desbaste e rompimento de um arame nos fios de Alumínio e na alma.

**SINAL DE DETECÇÃO DA PERDA DE SEÇÃO METÁLICA**



**SINAL DE DETECÇÃO DE 01 ARAME ROMPIDO**





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

## INSPEÇÃO ELETROMAGNÉTICA EM CABOS DE TRANSMISSÃO DE ENERGIA ELÉTRICA SOLUÇÃO IB-NDT

A IB-NDT desenvolveu sistema de inspeção eletromagnético para identificar, dimensionar e classificar perda de seção metálica e arames rompidos dos arames que compõem o núcleo metálico do cabo de transmissão. ESTA SOLUÇÃO NÃO SE APLICA AOS ARAMES CONDUTORES.

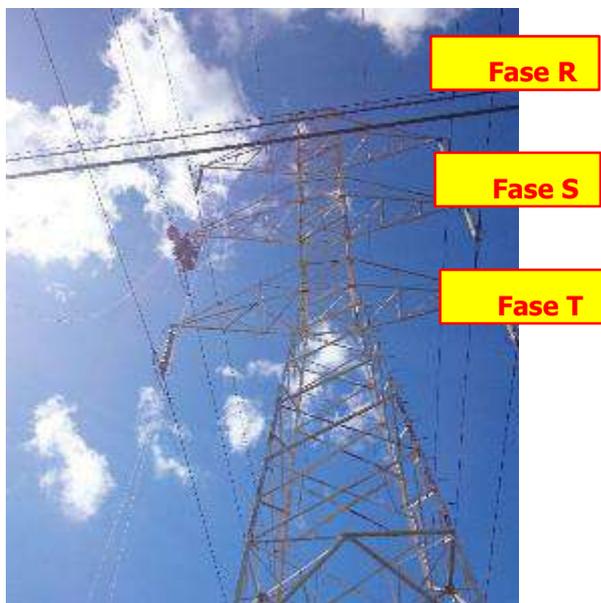
O sistema é utilizado em rede desenergizado, sendo tracionado por robô autônomo que permite a inspeção em 100% do comprimento entre torres.





# Avaliação de integridade em 16 km de Linha de Transmissão de 230 kV

Foi realizado a inspeção eletromagnética nas 03 Fases desenergizadas do sistema e inspeção não intrusiva das fundações das 14 torres de transmissão.

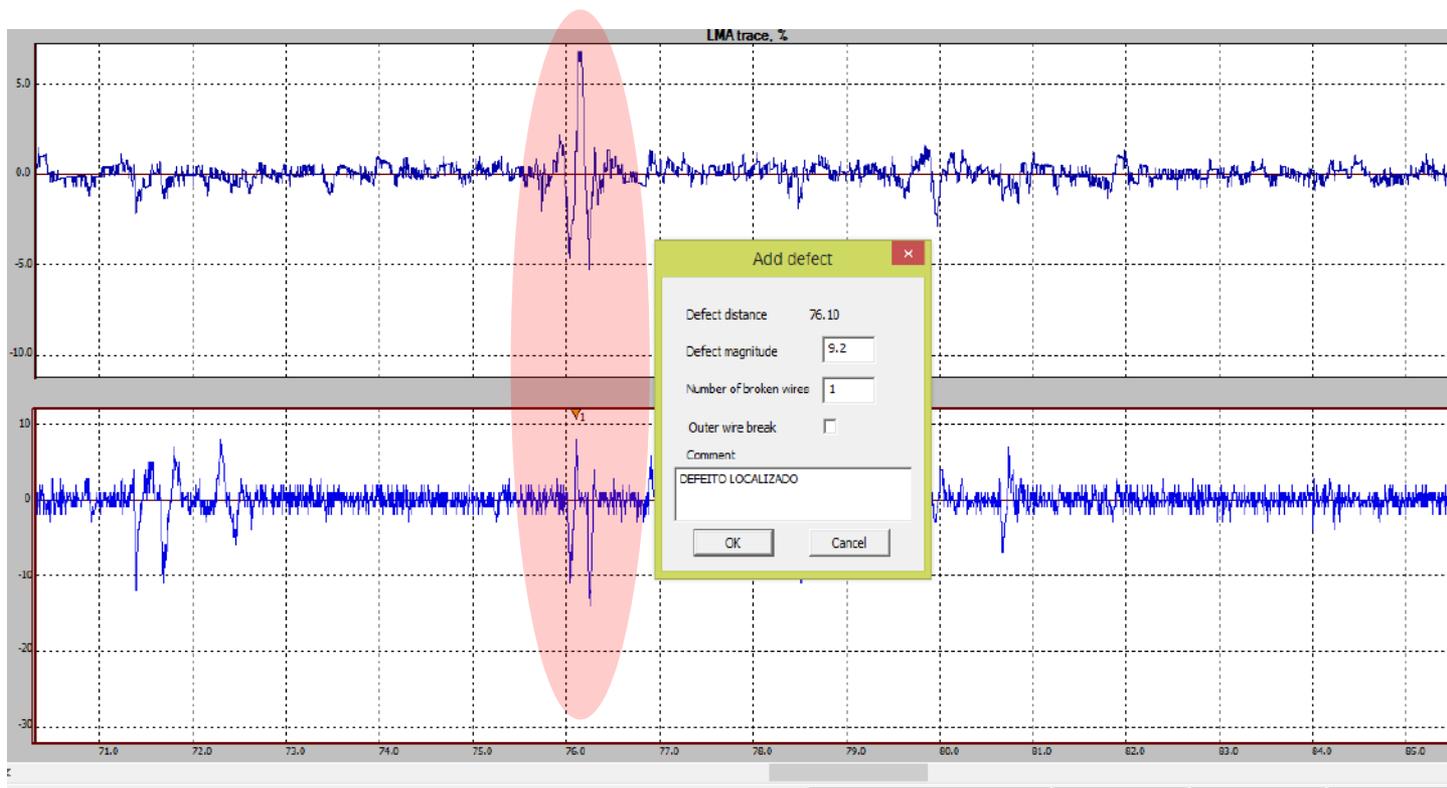




## INSPEÇÃO ELETROMAGNÉTICA EM CABOS DE TRANSMISSÃO DE ENERGIA ELÉTRICA DETECTABILIDADE DO SISTEMA EM CAMPO EM LINHA DE 230 kV

O ensaio de inspeção eletromagnético é um ensaio **QUANTITATIVO**.

O Gráfico da inspeção ao lado refere-se ao CASO REAL DE INSPEÇÃO, onde foi identificado 01 arame rompido na alma metálica de Cabo ACSR 636 MCM – Formação 26/7 em linha.

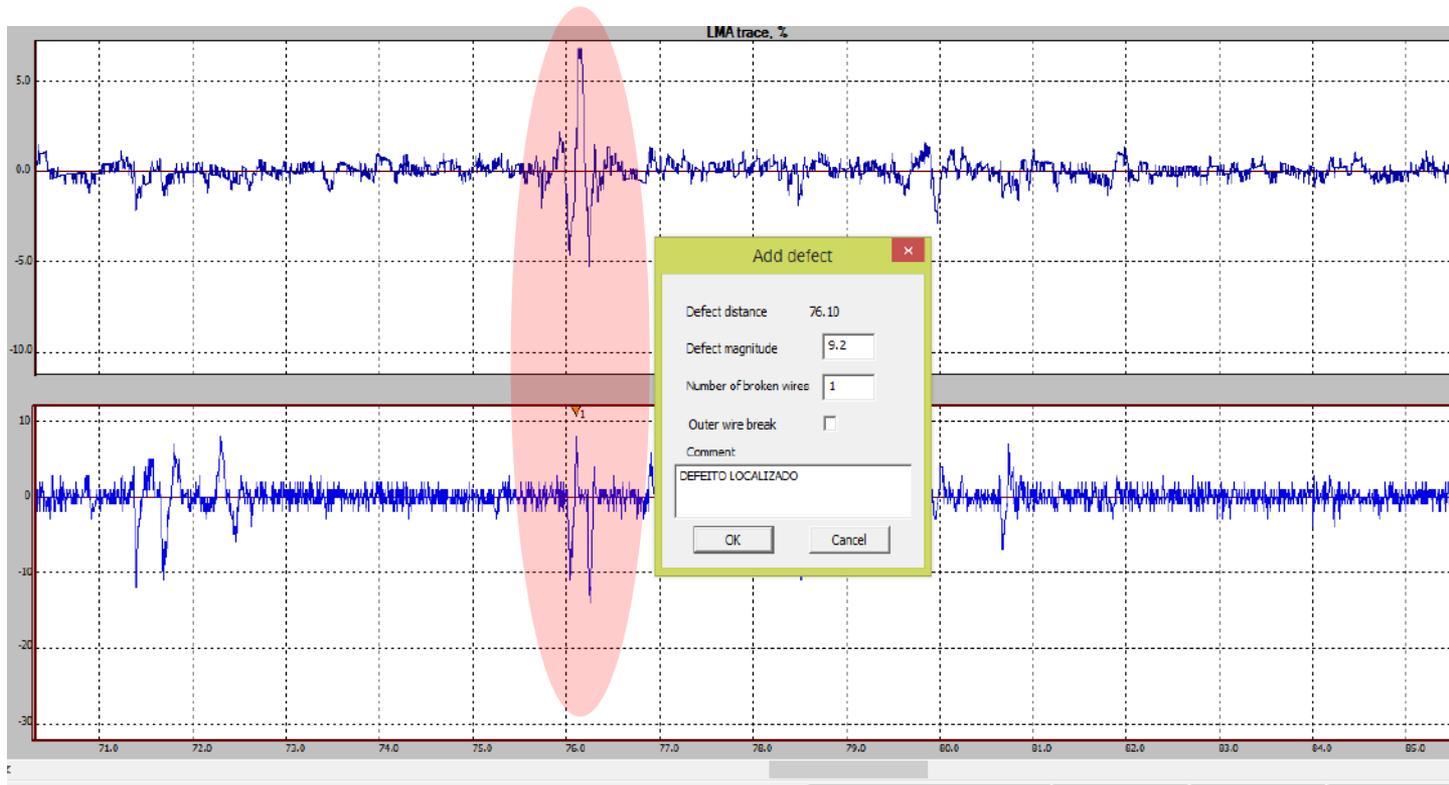




# INSPEÇÃO ELETROMAGNÉTICA EM CABOS DE TRANSMISSÃO DE ENERGIA ELÉTRICA DETECTABILIDADE DO SISTEMA EM CAMPO EM LINHA DE 230 kV

O ensaio de inspeção eletromagnético é um ensaio **QUANTITATIVO**.

O Gráfico da inspeção ao lado refere-se ao CASO REAL DE INSPEÇÃO, onde foi identificado 01 arame rompido na alma metálica de Cabo ACSR 636 MCM – Formação 26/7 em linha.

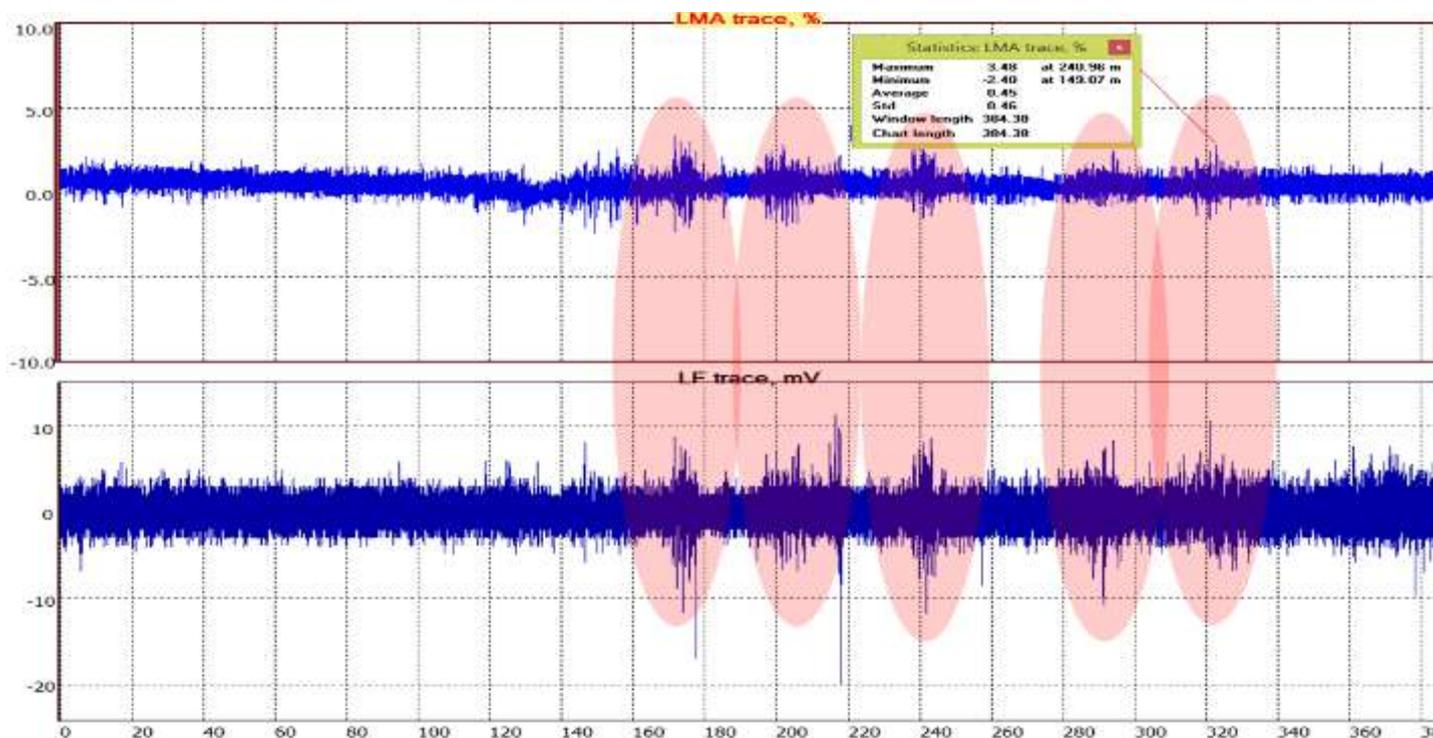




## INSPEÇÃO ELETROMAGNÉTICA EM CABOS DE TRANSMISSÃO DE ENERGIA ELÉTRICA DETECTABILIDADE DO SISTEMA EM CAMPO EM LINHA DE 230 kV

O ensaio de inspeção eletromagnético é um ensaio **QUANTITATIVO**.

O Gráfico da inspeção ao lado refere-se ao CASO REAL DE INSPEÇÃO, com a identificação de regiões com corrosão com perda máxima de 3,48% da seção metálica de Cabo ACSR 636 MCM – Formação 26/7.

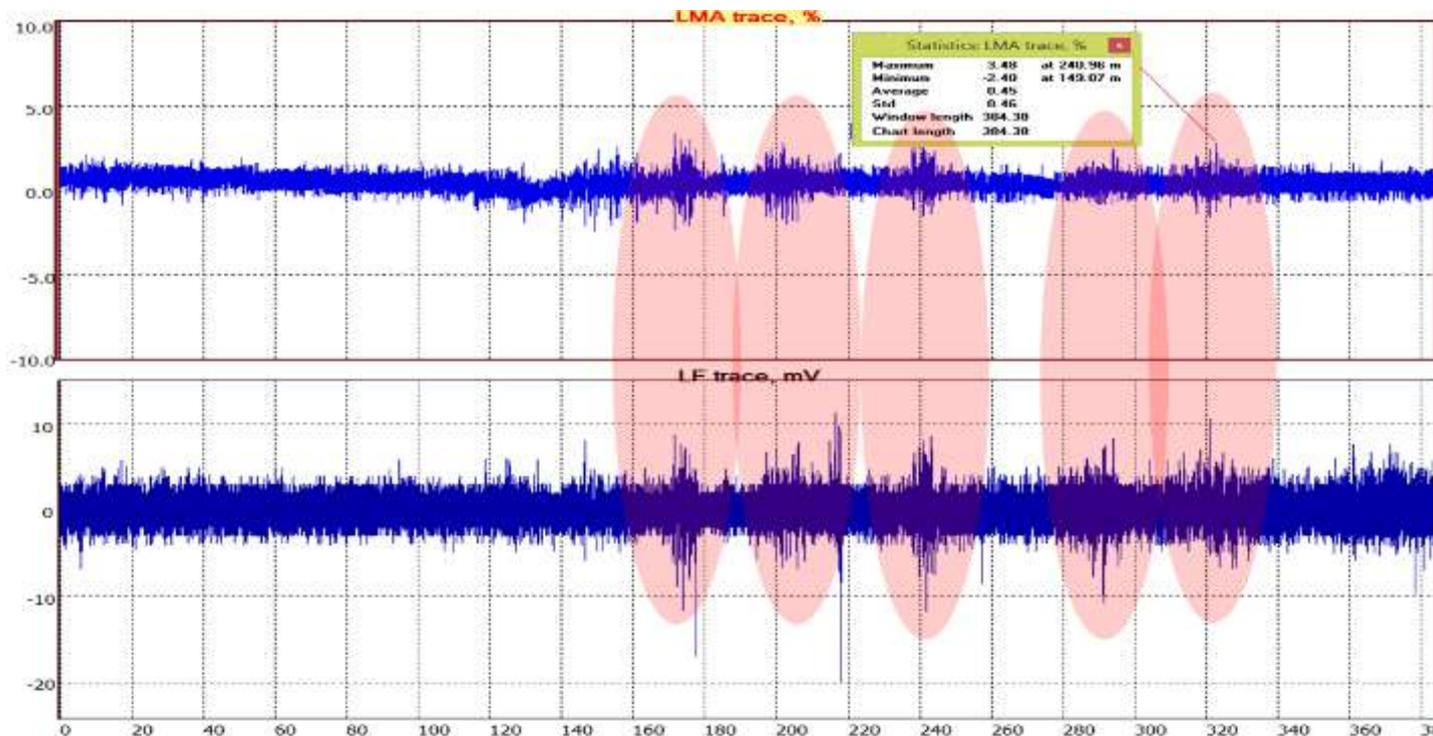




## INSPEÇÃO ELETROMAGNÉTICA EM CABOS DE TRANSMISSÃO DE ENERGIA ELÉTRICA DETECTABILIDADE DO SISTEMA EM CAMPO EM LINHA DE 230 kV

O ensaio de inspeção eletromagnético é um ensaio **QUANTITATIVO**.

O Gráfico da inspeção ao lado refere-se ao CASO REAL DE INSPEÇÃO, com a identificação de regiões com corrosão com perda máxima de 3,48% da seção metálica de Cabo ACSR 636 MCM – Formação 26/7.





# **INSPEÇÃO NÃO INTRUSIVA EM FUNDAÇÕES TIPO GRELHA DE TORRES DE TRANSMISSÃO**



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

## INSPEÇÃO NÃO INTRUSIVA EM FUNDAÇÕES TIPO GRELHA DE TORRES DE TRANSMISSÃO



# Por que inspecionar?





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

## INSPEÇÃO NÃO INTRUSIVA EM FUNDAÇÕES TIPO GRELHA DE TORRES DE TRANSMISSÃO



**Como é feito atualmente:**

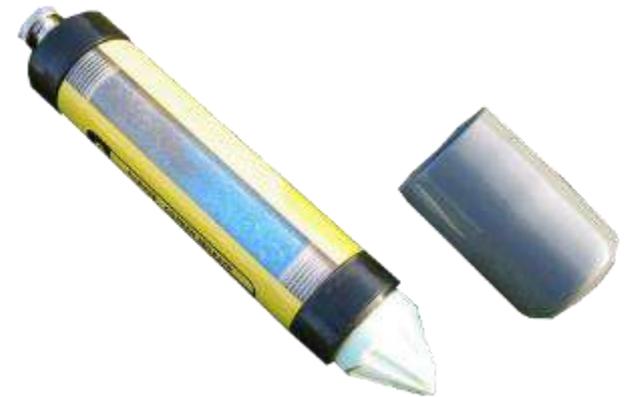


**IB-NDT**  
Nondestructive Evaluation  
www.ibndt.com

## INSPEÇÃO NÃO INTRUSIVA EM FUNDAÇÕES TIPO GRELHA DE TORRES DE TRANSMISSÃO

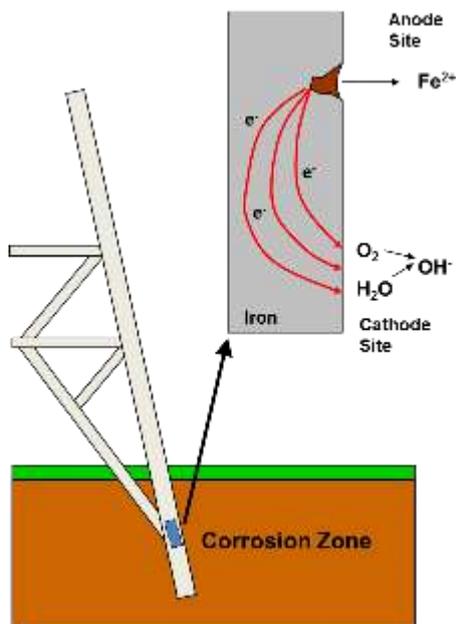
**DETECÇÃO DA TAXA DE CORROSÃO EM QUALQUER TIPO DE  
ESTRUTURAS METÁLICAS ENTERRADAS, COMO TORRES DE ALTA  
TENSÃO, POSTES, TORRES DE TELEFONIA CELULAR...**

**MTCES™ TAXA DE CORROSÃO INSTANTÂNEA**

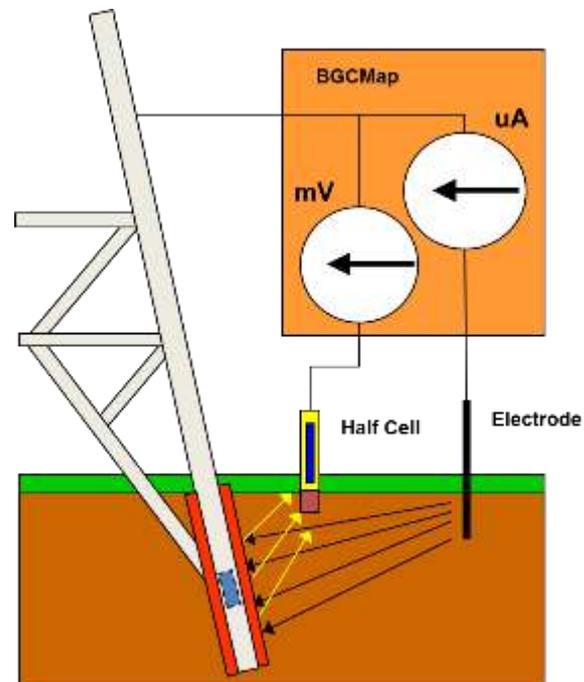


## INSPEÇÃO NÃO INTRUSIVA EM FUNDAÇÕES TIPO GRELHA DE TORRES DE TRANSMISSÃO

A corrosão em estruturas metálicas enterradas é uma reação química onde reagem entre si o aço, oxigênio e a água. O aço perde elétrons enquanto o oxigênio/água recebem:



A corrosão instantânea é esse fluxo total de elétrons do aço para o solo. Caso fosse possível medir esse fluxo então a determinação do número de moléculas de ferro convertidas em ferrugem por ano, e assim a taxa de corrosão, seria simples de determinar. O fato é que existem milhares de pontos microscópicos anódicos e catódicos adjacentes a superfície do aço que impossibilitam a medição direta desse fluxo.

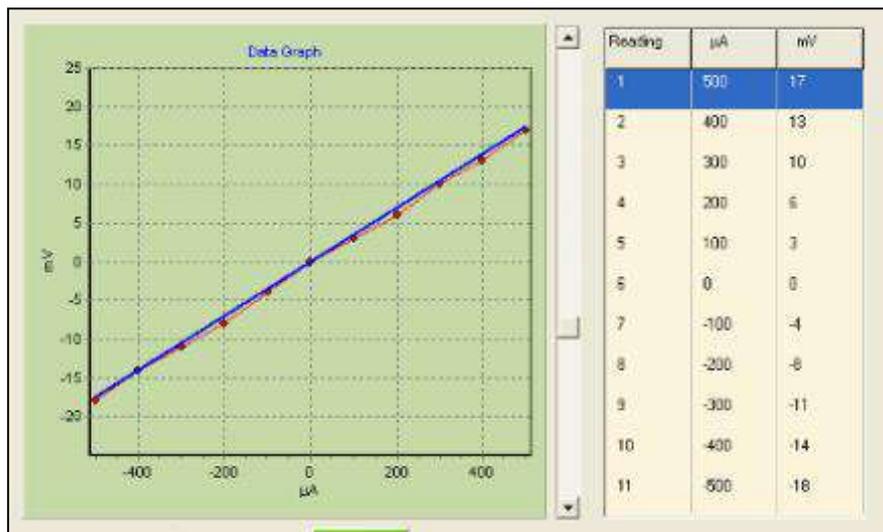


## INSPEÇÃO NÃO INTRUSIVA EM FUNDAÇÕES TIPO GRELHA DE TORRES DE TRANSMISSÃO

Com o emprego da Meia-célula do sistema MTCES™ é possível medir o potencial de corrosão livre da estrutura (icorr).

A partir do o potencial de corrosão livre da estrutura são emitidas correntes de amperagem conhecidas e medidas as variações de potencial.

Os dados quando plotados no gráfico que em dado intervalo tende a ser linear. De acordo com a inclinação da curva pode-se chegar Taxa de Corrosão atuante na estrutura.





## INSPEÇÃO NÃO INTRUSIVA EM FUNDAÇÕES TIPO GRELHA DE TORRES DE TRANSMISSÃO

Desta forma é emitido tabela com a Geolocalização da Estrutura, a identificação da perna e a ação de manutenção, permitindo ao cliente escavar somente as pernas que apresentam graus de corrosão elevados.

TORRE	LOCALIZAÇÃO DO GPS		PERNA	I <sub>corr</sub> (mA)	GRAU DE CORROSÃO	TAXA DE CORROSÃO (mm/ano)
	LATITUDE	LONGITUDE				
609	S 19°51.3911'	W 044°08.1532'	A	1,160ma	BAIXO	0,361mm/ano
			B	0,621ma	SEM CORROSÃO SIGNIFICATIVA	0,206mm/ano
			C	0,791ma	SEM CORROSÃO SIGNIFICATIVA	0,262mm/ano
			D	0,580ma	SEM CORROSÃO SIGNIFICATIVA	0,192mm/ano
617	S 19°53.0437'	W 044°07.4311'	A	0,311ma	SEM CORROSÃO SIGNIFICATIVA	0,103mm/ano
			B	0,281ma	SEM CORROSÃO SIGNIFICATIVA	0,093mm/ano
			C	0,290ma	SEM CORROSÃO SIGNIFICATIVA	0,096mm/ano
			D	0,348ma	SEM CORROSÃO SIGNIFICATIVA	0,115mm/ano
618	S 19°53.2685'	W 044°07.3342'	A	1,087ma	BAIXO	0,361mm/ano
			B	0,470ma	SEM CORROSÃO SIGNIFICATIVA	0,156mm/ano
			C	3,486ma	ALTO – INSPECIONAR IMEDIATAMENTE.	1,085mm/ano
			D	0,387ma	SEM CORROSÃO SIGNIFICATIVA	0,128mm/ano



# INSPEÇÃO NÃO INTRUSIVA EM FUNDAÇÕES TIPO GRELHA DE TORRES DE TRANSMISSÃO

618	S 19°53.2685'	W 044°07.3342'	A	1,087ma	BAIXO	0,361mm/ano
			B	0,470ma	SEM CORROSÃO SIGNIFICATIVA	0,156mm/ano
			C	3,486ma	ALTO – INSPECIONAR IMEDIATAMENTE.	1,085mm/ano
			D	0,387ma	SEM CORROSÃO SIGNIFICATIVA	0,128mm/ano





# INSPEÇÃO NÃO INTRUSIVA EM FUNDAÇÕES DE CONCRETO DE TORRES DE TRANSMISSÃO



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

## INSPEÇÃO NÃO INTRUSIVA EM FUNDAÇÕES DE TORRES DE TRANSMISSÃO

### Como é feito atualmente





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

# INSPEÇÃO NÃO INTRUSIVA EM FUNDAÇÕES DE TORRES DE TRANSMISSÃO

## A solução da IB-NDT

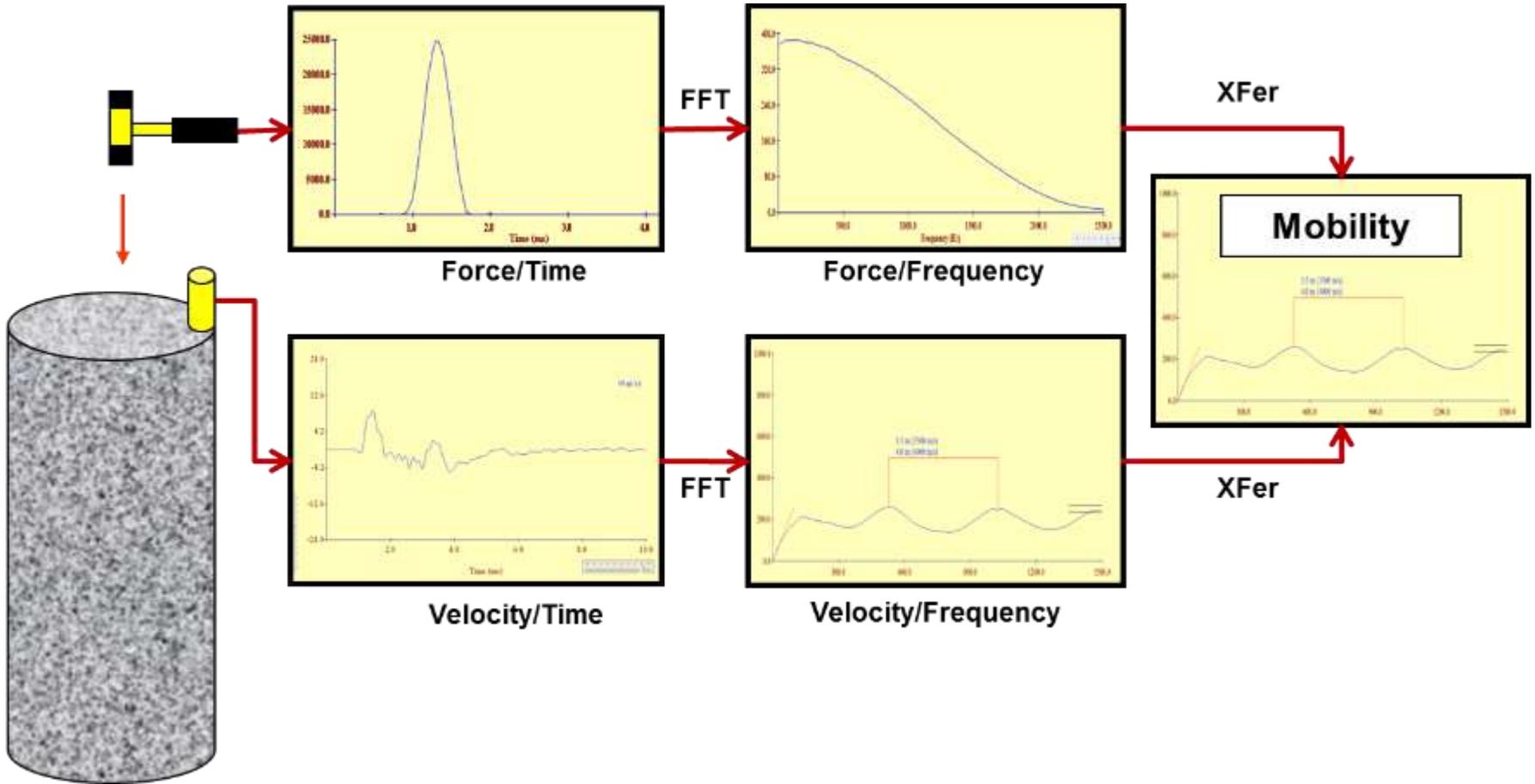




## INSPEÇÃO NÃO INTRUSIVA EM FUNDAÇÕES DE CONCRETO DE TORRES DE TRANSMISSÃO

O Pile Testing da IB-NDT é um ensaio que visa principalmente determinar a variação ao longo da profundidade das características do concreto de estacas de fundação. A forma usual do ensaio consiste na colocação de um acelerômetro de alta sensibilidade no topo da estaca sob teste, e na aplicação de golpes com um martelo de mão. Os golpes geram uma onda de tensão, que trafega ao longo da estaca, e sofre reflexões ao encontrar qualquer variação nas características do material (área de seção, peso específico ou módulo de elasticidade). Essas reflexões causam variações na aceleração medida pelo sensor. É feito um registro da evolução dessa aceleração com o tempo. Como a onda trafega com uma velocidade fixa, conhecendo-se a velocidade de propagação da onda e o tempo transcorrido entre a aplicação do golpe e a chegada da reflexão correspondente à variação de características pode-se determinar a exata localização dessa variação.

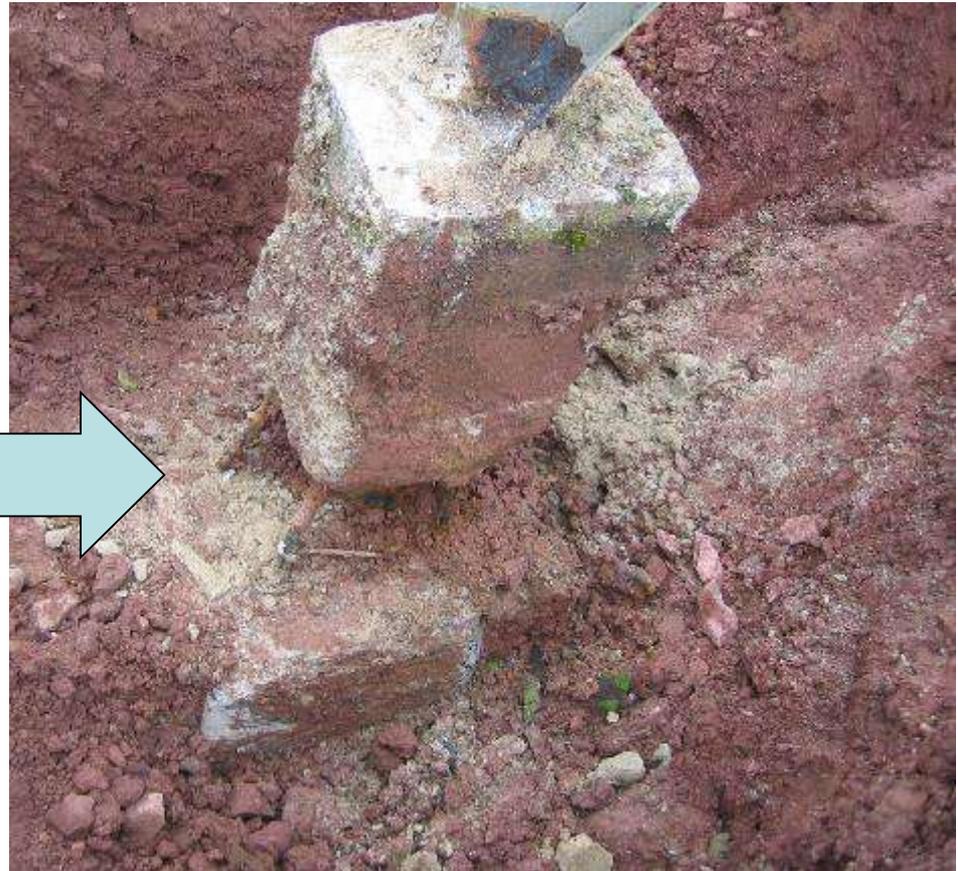
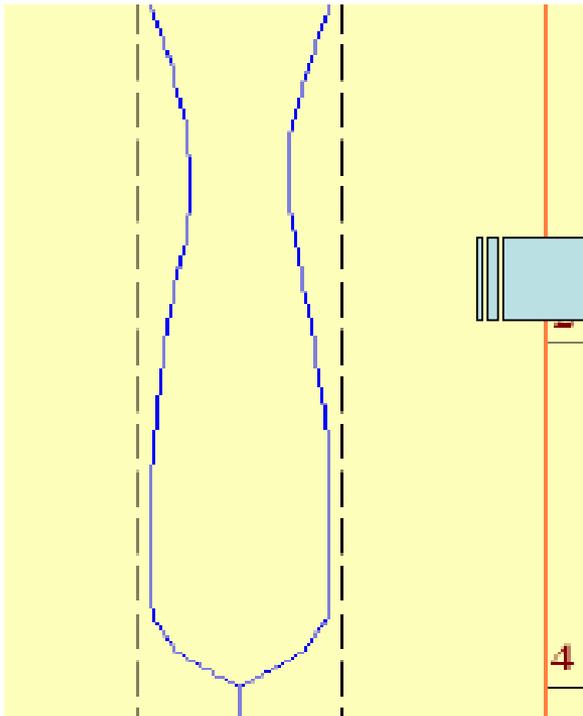
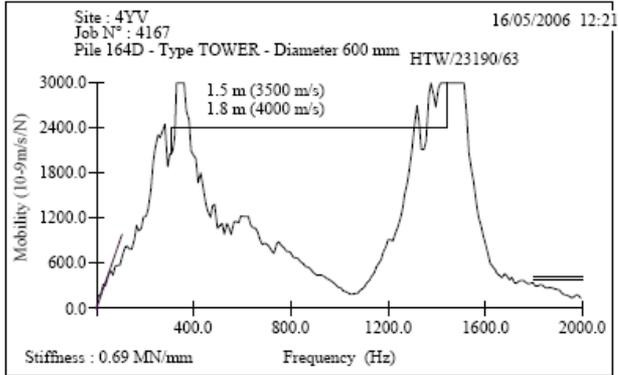
# INSPEÇÃO NÃO INTRUSIVA EM FUNDAÇÕES DE TORRES DE TRANSMISSÃO





# INSPEÇÃO NÃO INTRUSIVA EM FUNDAÇÕES DE CONCRETO DE TORRES DE TRANSMISSÃO

## Caso Real





# ENSAIO DE EMISSÃO ACÚSTICA EM TRANSFORMADORES DE POTÊNCIA PARA IDENTIFICAÇÃO E LOCALIZAÇÃO DE DESCARGAS PARCIAIS

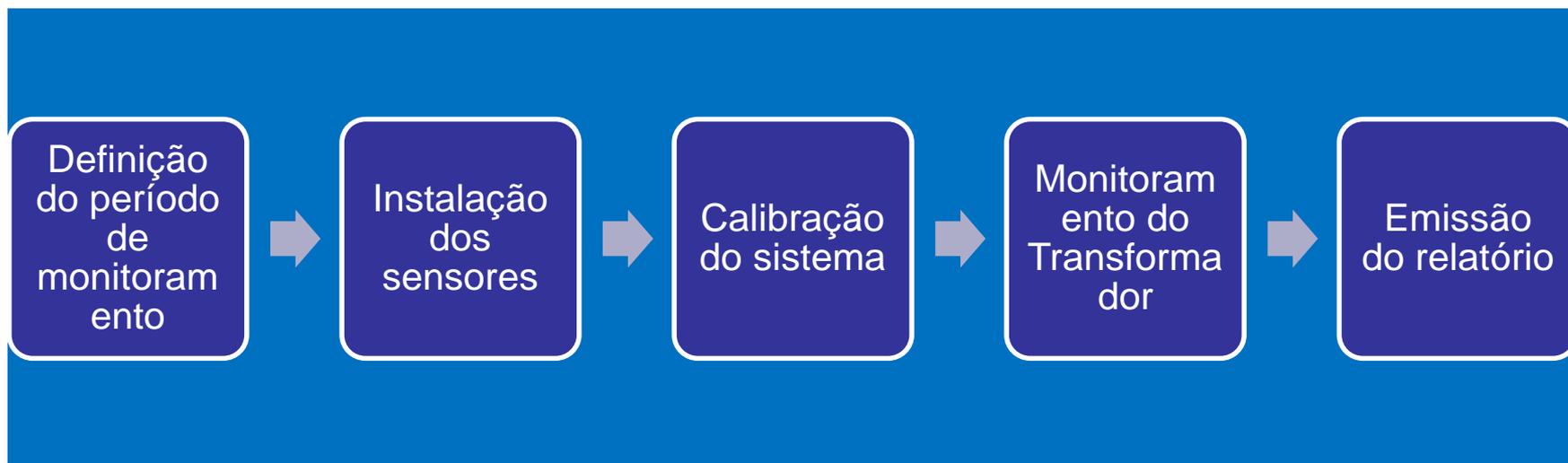




## ENSAIO DE EMISSÃO ACÚSTICA EM TRANSFORMADORES DE POTÊNCIA

O Monitoramento é realizado conforme IEEE Standard C57.127-2007 "Guide for the Detection and Location of Acoustic Emissions from Partial Discharges in Oil-Immersed Power Transformers and Reactors for all inspections".

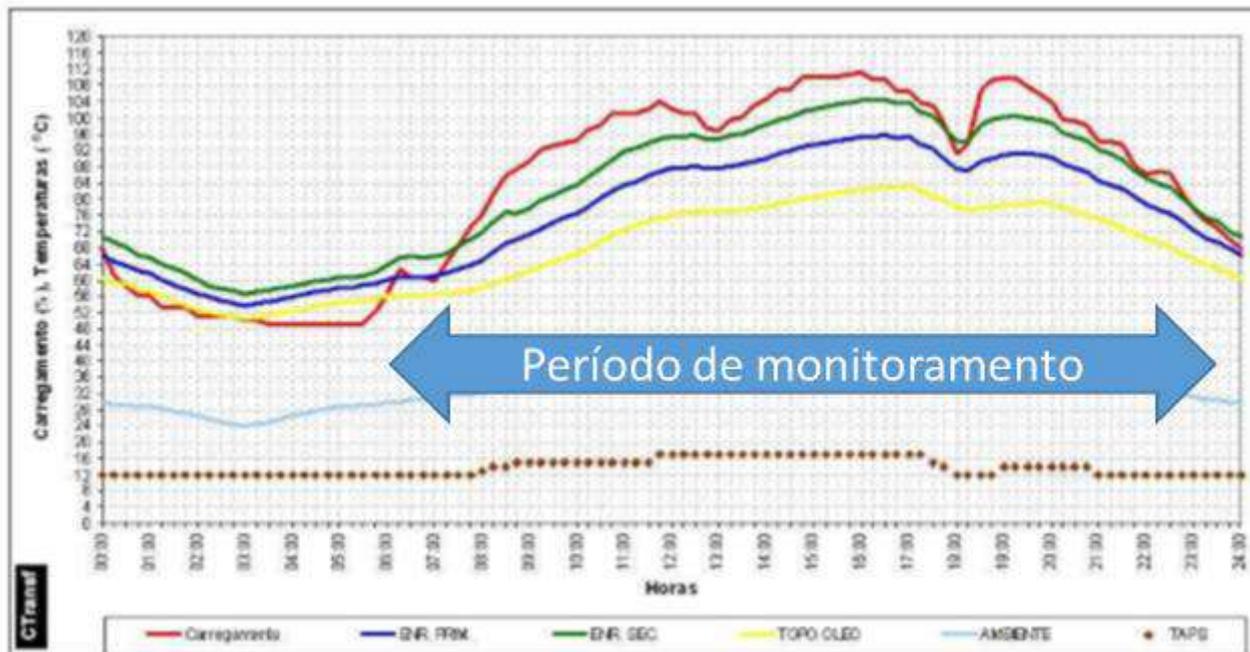
O resultado da inspeção será o posicionamento em 3D das atividades de emissão acústica relacionadas a descargas parciais (DP), partes soltas ou pontos quentes. A IB NDT possui procedimento de inspeção aprovado por inspetor N3 de EA. A sequencia de atividades são:





## ENSAIO DE EMISSÃO ACÚSTICA EM TRANSFORMADORES DE POTÊNCIA

O ensaio deve ser realizado no período de carga máxima que o transformador é submetido através das “curvas de cargas”, desta forma determina-se o período de monitoramento que seja mais significativo, ou seja, da carga mínima até a carga máxima. O monitoramento será realizado “on line” neste período





# INSPEÇÃO TERMOGRÁFICA COM AUXÍLIO DE DRONE



## ENSAIO DE EMISSÃO ACÚSTICA EM TRANSFORMADORES DE POTÊNCIA

As inspeções com uso de DRONES da IB-NDT obedece o Regulamento Brasileiro de Aviação Civil Especial nº 94/2017 (RBAC-E nº 94/2017) da ANAC é complementar às normas de operação de drones estabelecidas Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DECEA) e pela Agência Nacional de Telecomunicações (ANATEL).

Utilizamos Câmera termográfica FLIR DUO R embarcado com gimbal – até 500°C.



**Contatos:**

**Serra-ES**

**Tel: +55 27 3348-0370**

**[contato@ibndt.com](mailto:contato@ibndt.com)**

**Comercial:**

**Fábio Cerqueira**

**Cel.: 27 981820950**

**[fabio@ibndt.com](mailto:fabio@ibndt.com)**

**Técnico:**

**Igor Kozyrev**

**Cel.: 27 981827255**

**[igor@ibndt.com](mailto:igor@ibndt.com)**

**Obrigado!**