



IB-NDT

Nondestructive Evaluation
www.ibndt.com

Brasil

■ 2018 ■

SOLUÇÕES INTEGRADAS EM ENSAIOS NÃO DESTRUTIVOS

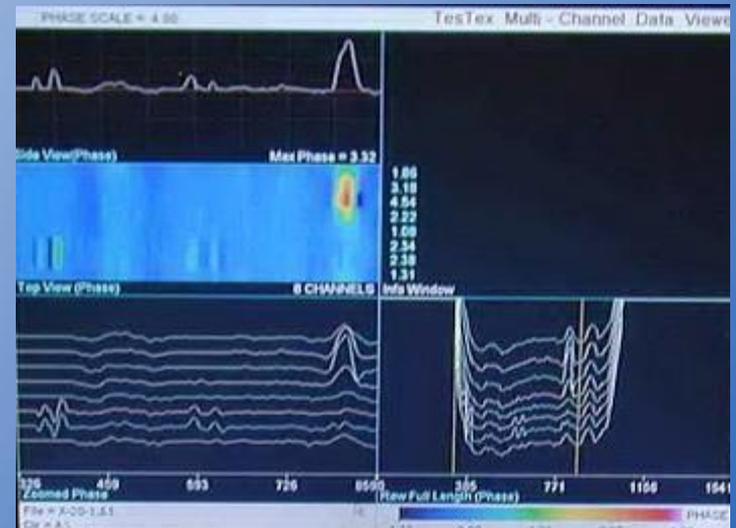
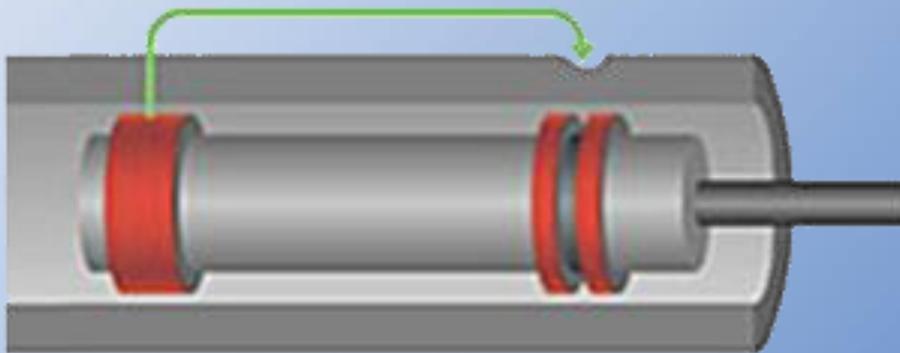




IB-NDT
Nondestructive Evaluation
www.ibndt.com

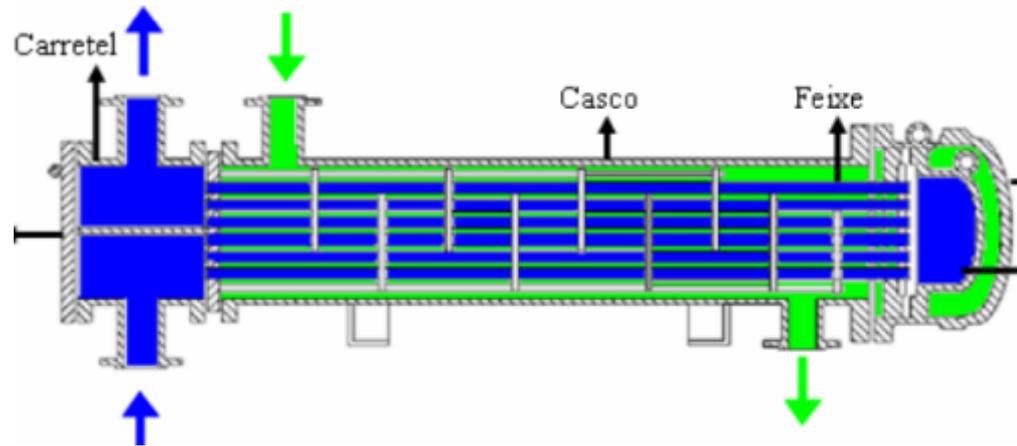
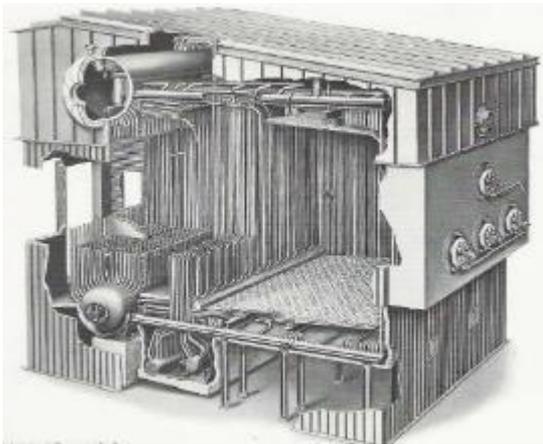
RFET - REMOTE FIELD ELECTROMAGNETIC TECHNIQUE

INSPEÇÃO POR RFET EM CALDEIRAS E TROCADORES DE CALOR



A inspeção em feixes de trocadores e banco de tubos de caldeiras são difíceis pois:

- Arranjo complexo de seus tubos;
- Falta de acesso visual.

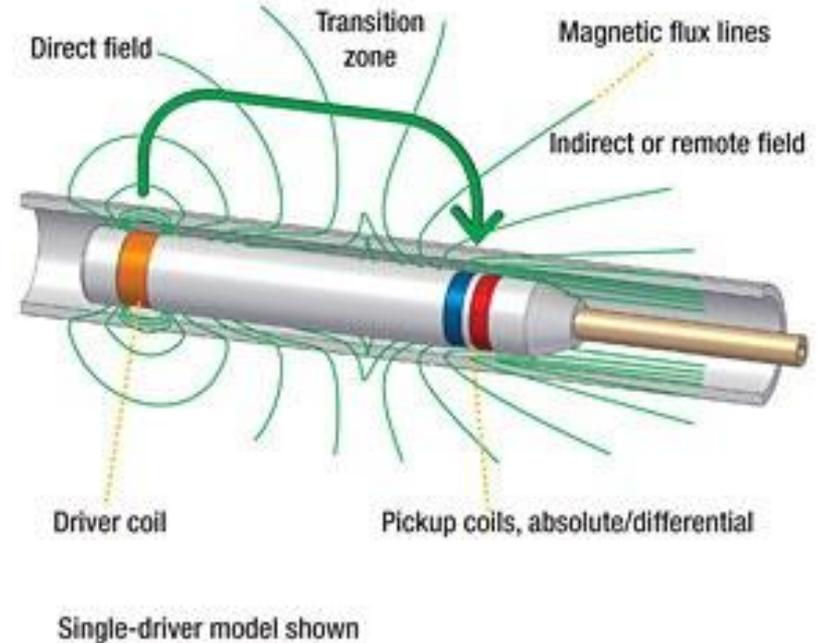


Como realizar tomadas de decisão relativas às condições físicas?

RFET - REMOTE FIELD ELECTROMAGNETIC TECHNIQUE

O PRINCIPIO DA TÉCNICA

As bobinas de recepção são posicionadas a uma distância em que o campo magnético a partir das correntes de Foucault são dominantes. Em outras palavras, eles são colocados a uma certa distância, onde não são afetadas pelo campo magnético da bobina de excitação, mas ainda pode medir de forma adequada a intensidade de campo do campo magnético secundário. A força do campo magnético, a esta distância a partir da bobina de excitação é relativamente baixa, mas é sensível a mudanças na espessura da parede do tubo.



RFET - REMOTE FIELD ELECTROMAGNETIC TECHNIQUE

O Sistema Eagle 2000 utiliza sondas RFET que tem oito (8) sensores espaçados em torno da circunferência da sonda.

A IB-NDT atende a uma ampla gama de diâmetros (1/4" até 6"). Os sensores de REFT permitem a inspeção em tempo real.

As sondas são compostas de uma bobina de excitação e um ou mais bobinas receptoras. A bobina excitadora e bobina (s) receptoras são fixas a uma distância entre elas no mínimo duas vezes o diâmetro do tubo. A bobina de excitação é acionada com uma frequência relativamente baixa para a produção de um campo magnético. Este campo magnético variável induz correntes de Foucault que se estendem axialmente e radialmente, na parede do tubo





IB-NDT
Nondestructive Evaluation
www.ibndt.com

RFET - REMOTE FIELD ELECTROMAGNETIC TECHNIQUE



Oito sensores permitem a inspeção em tempo real 3-D, com maior resolução e mais recursos de detecção de pequenas falhas.

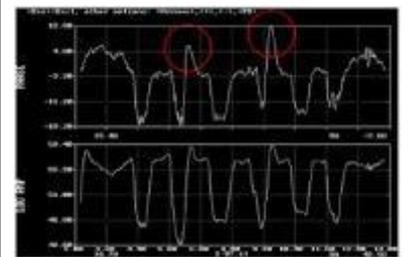
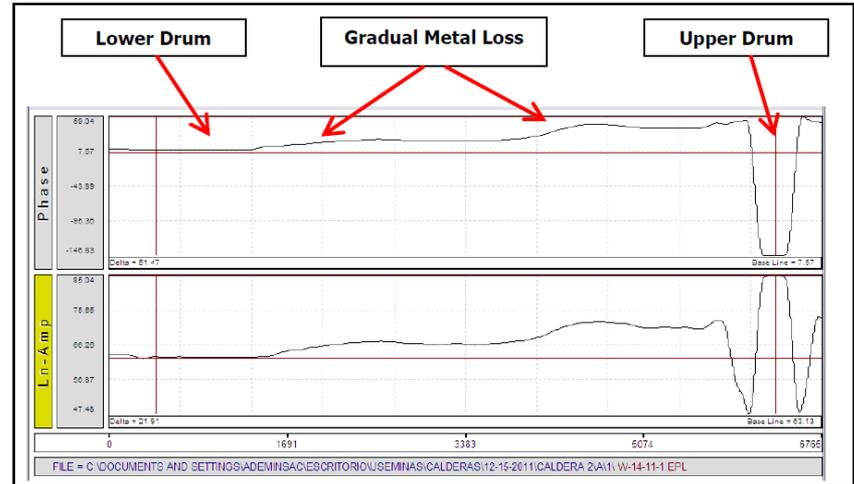


RFET - REMOTE FIELD ELECTROMAGNETIC TECHNIQUE

Detecta percentual de perda de espessura, corrosão localizada, abrasão e piting, igualmente sensível a falhas internas e externas. Sensibilidade de 5% da espessura nominal do tubo.

Tabela – Valores obtidos na inspeção do Banco de Tubos

Nº Tubo	Zone	Linha – nº Tubo - Coluna	%Loss Metal	Observação
1	A	4 -1 -1	20 – 25 %	Gradual Wall Loss
2	A	4 -2 -1	20 – 25 %	Gradual Wall Loss
3	A	4 -3 -1	20 – 25 %	Gradual Wall Loss
4	A	4 -4 -1	20 – 25 %	Gradual Wall Loss
5	A	4 -5- 1	25 – 30 %	Gradual Wall Loss
6	A	9 -1 -1	20 – 25 %	Gradual Wall Loss
7	A	9 -2 -1	20 – 25 %	Gradual Wall Loss
8	A	9 -3 -1	25 – 30 %	Gradual Wall Loss
9	A	9 -4 -1	20 – 25 %	Gradual Wall Loss
10	A	9 -5-1	20 – 25 %	Gradual Wall Loss
11	A	9 -6-1	30 – 35 %	Gradual Wall Loss
12	A	9 -7 -1	30 – 35 %	Gradual Wall Loss
13	A	9 -8 -1	30 – 35 %	Gradual Wall Loss
14	A	9 -9 -1	30 – 35 %	Gradual Wall Loss
15	A	9 -10-1	30 – 35 %	Gradual Wall Loss



RFET - REMOTE FIELD ELECTROMAGNETIC TECHNIQUE

Esta forma de onda ilustra o pit de corrosão exibindo >45% de perda de espessura.

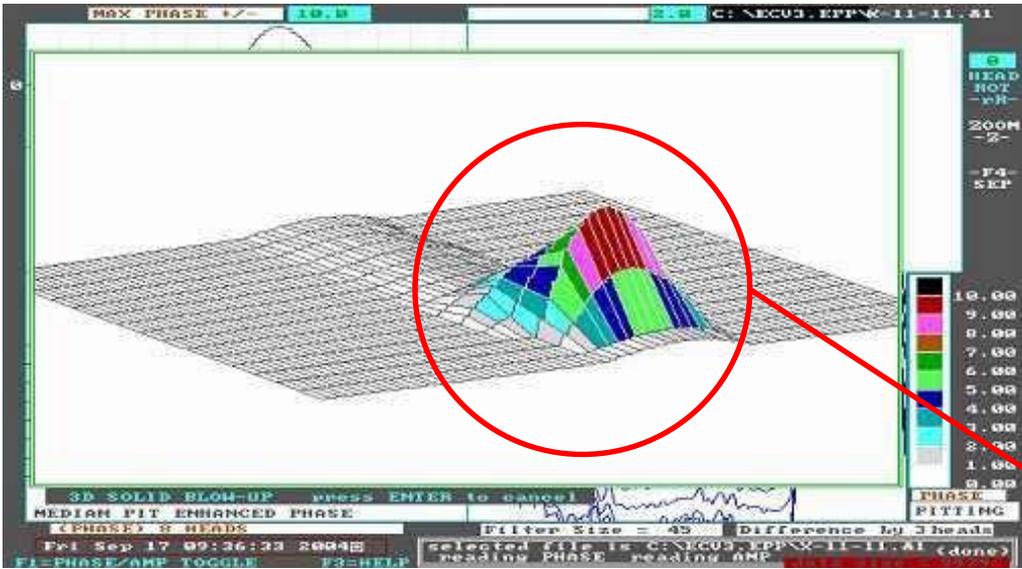


Foto Tirada com Boroscópio corroborando o resultado RFET

RFET - REMOTE FIELD ELECTROMAGNETIC TECHNIQUE

Durante paradas de produção para inspeção e manutenção, os recursos tempo, pessoa e ferramentas devem ser bem aproveitados!

O RFET é capaz de inspecionar tubos de aço carbono de banco de tubos de caldeira com rapidez (500 a 800 tubos em 12 horas de trabalho).



RFET - REMOTE FIELD ELECTROMAGNETIC TECHNIQUE

Devido a sua configuração flexível e a folga entre o sensor e o diâmetro interno do tubo é possível inspecionar 100% do comprimento do tubo inclusive trechos curvos.



RFET - REMOTE FIELD ELECTROMAGNETIC TECHNIQUE

IRIS

- Não detecta furos e a detectabilidade de corrosão é a partir de 1,6 mm
- É necessário que o tubo esteja completamente cheio de água para permitir o acoplamento
- Necessita Limpeza dos Tubos (Pressão Mínima de 14000 Psi)
- Inspeção é realizada somente nos trechos retos do banco de tubos.

RFET

- Fator de preenchimento não é crítico para as operações
- Não requer limpeza de superfície nem Acoplamento
- Inspecciona Trechos Retos e Curvos dos Tubos
- Baixa Relação Sinal/ Ruído
- Igualmente sensível a falhas internas e externas.
- Alta Velocidade de Inspeção

Comparação Entre Técnicas RFET x IRIS



RFET - REMOTE FIELD ELECTROMAGNETIC TECHNIQUE

	PROCEDIMENTO SGI	CÓDIGO:
	INSPEÇÃO EM TUBOS FERROMAGNÉTICOS COM REFT	Nº: PR-SGF-051 Rev: 03 Data: 24/02/2017 Válido: 24/02/2019

Página 1 de 13

IB-NDT
Nondestructive Evaluation
www.ibndt.com

**INSPEÇÃO EM TUBOS FERROMAGNÉTICOS COM REFT
(REMOTE FIELD ELECTROMAGNETIC TECHNIQUE)**

Elaboração: BERNARDO RIBEIRO	Assinatura:
Aprovação: IGOR KOZYREV	Assinatura:

Procedimento qualificado de acordo com a norma:
ASTM E2096/E2096M:2010 ; ABNT NBR 15246:2012
Igor Kozyrev
ISO 9712 – nº 17283-2014
Emissão Acústica - Nível 3
Ensaio Eletromagnético N 2

SISTEMA DE GESTÃO INTEGRADO - SGI
(QUALIDADE, MEIO AMBIENTE, SEGURANÇA E SAÚDE NO TRABALHO)
www.ibndt.com

Procedimento
aprovado por inspetor
qualificado em técnicas
eletromagnéticas – ISO
9721



PREPARO PARA TESTE

Antes do início do teste o inspetor deve ter conhecimento das seguintes informações:

- i. Especificação do material;**
- ii. Dimensões dos tubos, como o diâmetro externo e a espessura;**
- iii. A geometria do tubo, como por exemplo, se ele possui curvas;**
- iv. Croqui com a localização e quantidade de tubos a ser inspecionado;**

ACONDICIONAMENTO DO BANCO DE TUBOS PARA TESTE

O banco de tubos deverá ter toda a água do seu interior purgada. Não é necessário hidrojatear as paredes internas dos tubos, pois o sistema REFT é imune a incrustações, agindo somente no material ferromagnético a ser inspecionado.



MONTAGEM DO SISTEMA

A montagem dos equipamentos deve seguir as recomendações abaixo:

Uma limpeza poderá ser solicitada com intuito de retirar materiais ferromagnéticos que por ventura possam estar presentes no interior dos tubos e interfeririam no sistema de medição.

Será montado uma estrutura para apoiar o notebook e o equipamento de inspeção, de forma que permita ao inspetor manter contato visual constante com o operador da Sonda.

Deverá ser fornecido um ponto de energia elétrica no local da inspeção para ligar todos os equipamentos eletrônicos.

CALIBRAÇÃO DA FREQUÊNCIA PARA INSPEÇÃO

Faz necessário uma calibração adequada da frequência do equipamento para colocá-lo num limiar que maximize a detecção de descontinuidades minimizando a interferência sofrida por outras fontes eletromagnéticas e/ou elementos ferromagnéticos próximos ao tubo inspecionado.

Desta forma, o ajuste da frequência adequada à inspeção deve ser realizado em um tubo de teste padronizado, com características iguais ao do tubo a ser inspecionado, de modo que a frequência ajustada nele seja a mesma utilizada no campo durante a inspeção. O processo de calibração será realizado conforme orientações do Anexo 1 – Procedimento de Calibração da Sonda.



CONDUÇÃO DO ENSAIO

Após a execução das etapas acima o inspetor de REFT deve iniciar a inspeção com o preenchimento da Folha de Dados através do Formulário FO-SGI-032 – Folha de Dados para ensaio REFT. O croqui deve permitir a rastreabilidade do tubo para manutenção.

O Inspetor de REFT deve testar a comunicação com o operador da sonda.

A distribuição do excesso de cabo deve ser verificada para não obstruir a passagem da sonda ou mobilidade do operador em caso de ambiente confinado;

Inspeccionar 05 tubos e analisar se os resultados estão coerentes com os valores calibrados de Phase e Ln(Amp). Analisar se a perda de espessura está coerente com a tabela de Calibração.

Identificar os valores limites para Phase e Ln(Amp) e durante a inspeção identificar estes tubos na Folha de dados para nova inspeção. Deverá ser reinspecionado as espessuras residuais 10% maiores que o limite estabelecido pelo Profissional Habilitado.

CRITÉRIOS PARA INTERRUPTÃO DO ENSAIO

O teste pode ser interrompido se anomalias aparecerem durante a aquisição de dados. Os seguintes fatores devem ser observados:

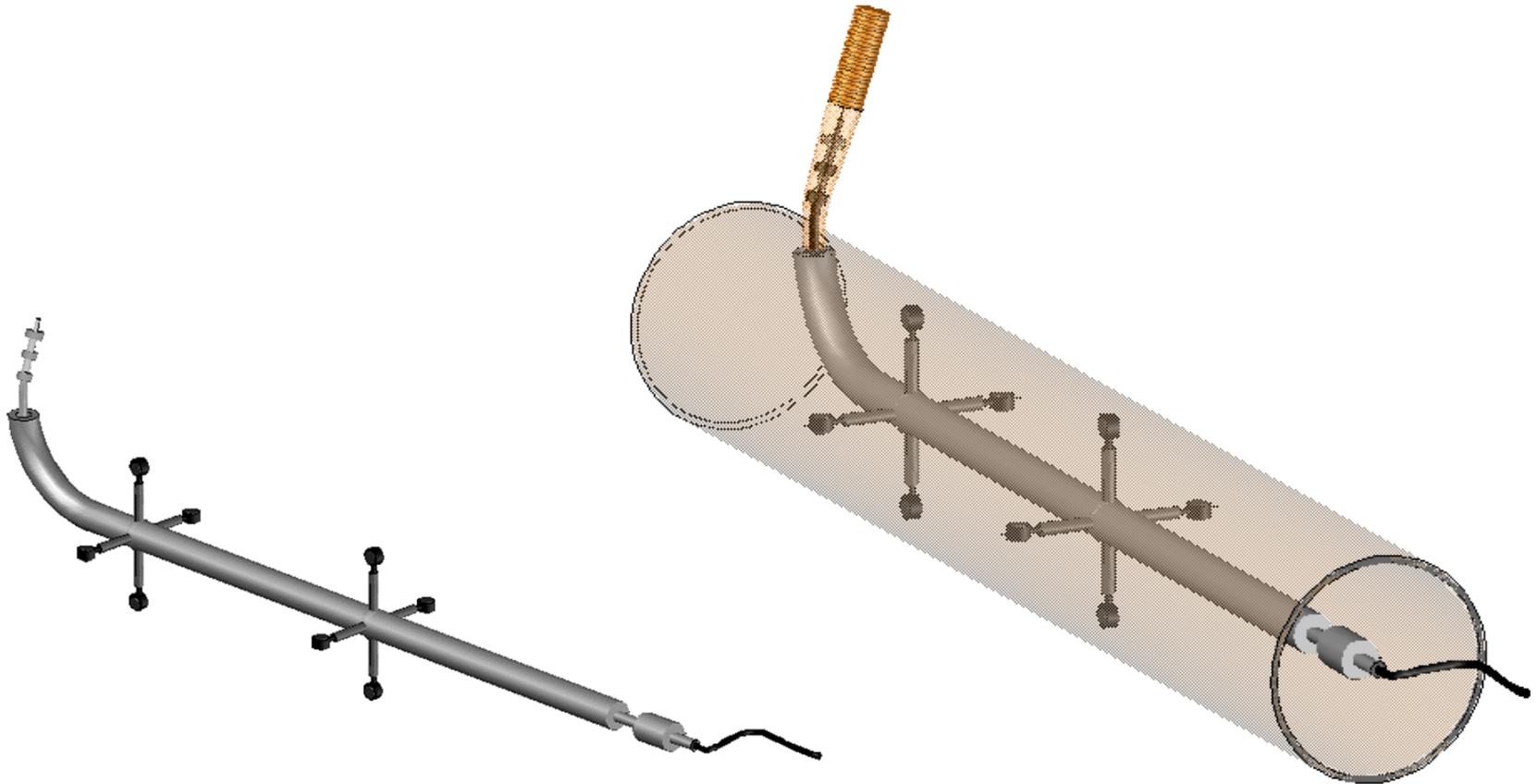
- ✓ Excessiva variação do nível de ruído;
- ✓ Mau funcionamento do sistema de aquisição de Campo Remoto;
- ✓ Condições ambientais: Por se tratar de um sistema eletrônico, o mesmo deve estar protegido da chuva ou qualquer outra fonte de umidade;
- ✓ Outros.

INSPEÇÃO ATRAVÉS DE ABERTURA DO TAMPO DE COLETORES

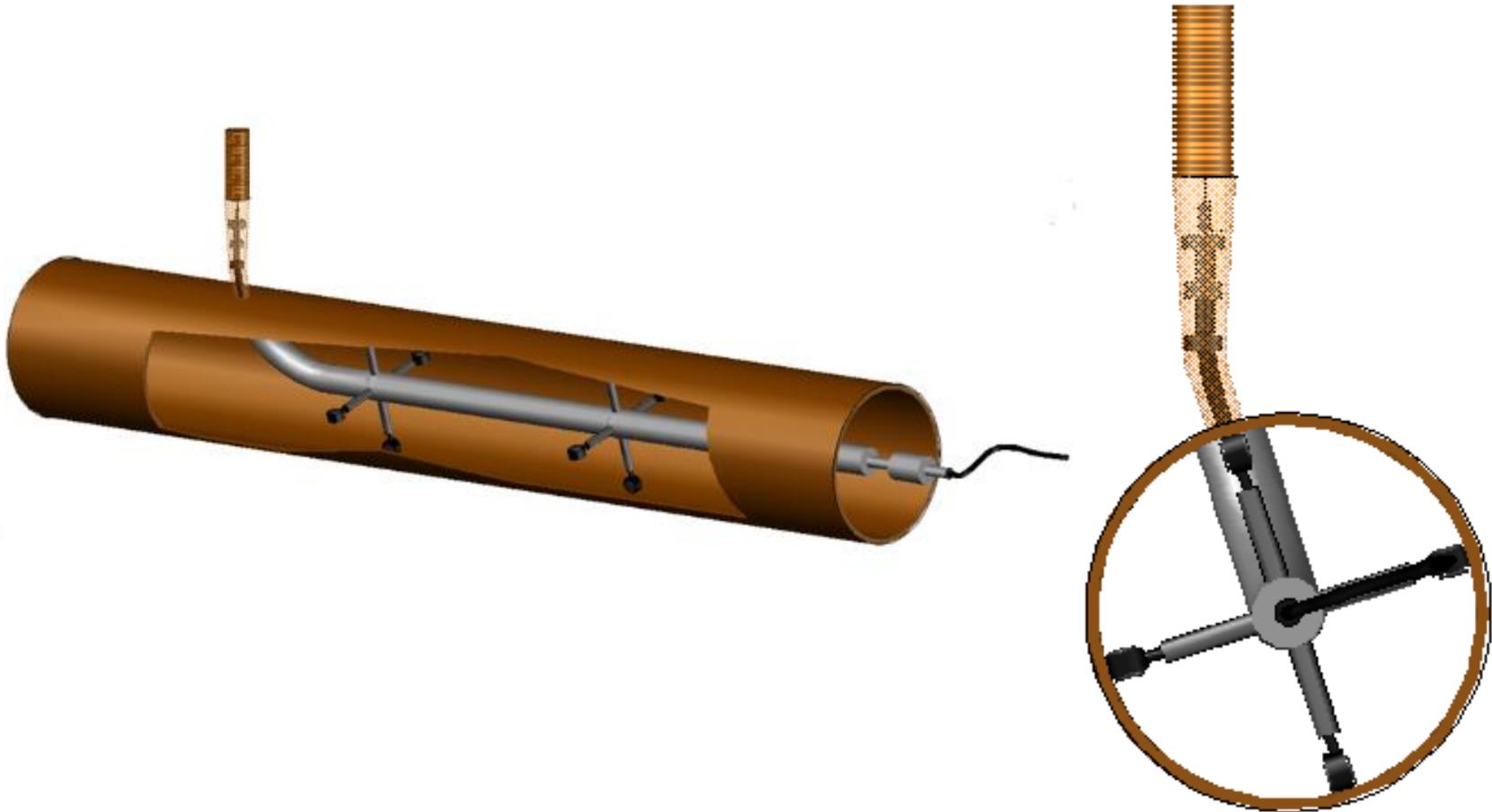
- Acesso ao coletor;
- Elaboração do PAR:
 - Procedimento de execução do corte;
 - Ensaios não destrutivos;
 - Procedimento de soldagem (EPS);
 - Registro do procedimento de soldagem (RQPS);
 - Qualificação do soldador;
 - ART CREA;
- Corte através de sistema orbital de plasma;
- Tratamento térmico (se necessário)
- Acompanhamento do processo de soldagem;
- Aprovação do processo de soldagem com Ultrassom Phased Array e TofD;
- Dureza e Réplica metalográfica da ZTA e metal de adição;



INSPEÇÃO ATRAVÉS DE ABERTURA DO TAMPO DE COLETORES



INSPEÇÃO ATRAVÉS DE ABERTURA DO TAMPO DE COLETORES





INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS

Primeiramente deve-se ler todos os arquivos e fazer a medição Phase e Ln(Amp) para que em conjunto com a tabela de calibração possa se determinar o valor da perda de espessura no tubo.

Cada tubo é avaliado ao longo de toda a sua extensão e o resultado é dado em %WallLoss (perda de espessura da parede) e então é comparado com a espessura mínima requerida do tubo (tWR – Thickness Wall Required), e o inspetor recomenda as medidas cabíveis baseadas na resposta do equipamento.

Outros defeitos que a Técnica de REFT nos permite detectar:

- ✓ Redução gradual de espessura da parede;
- ✓ Corrosão;
- ✓ Furos passantes;

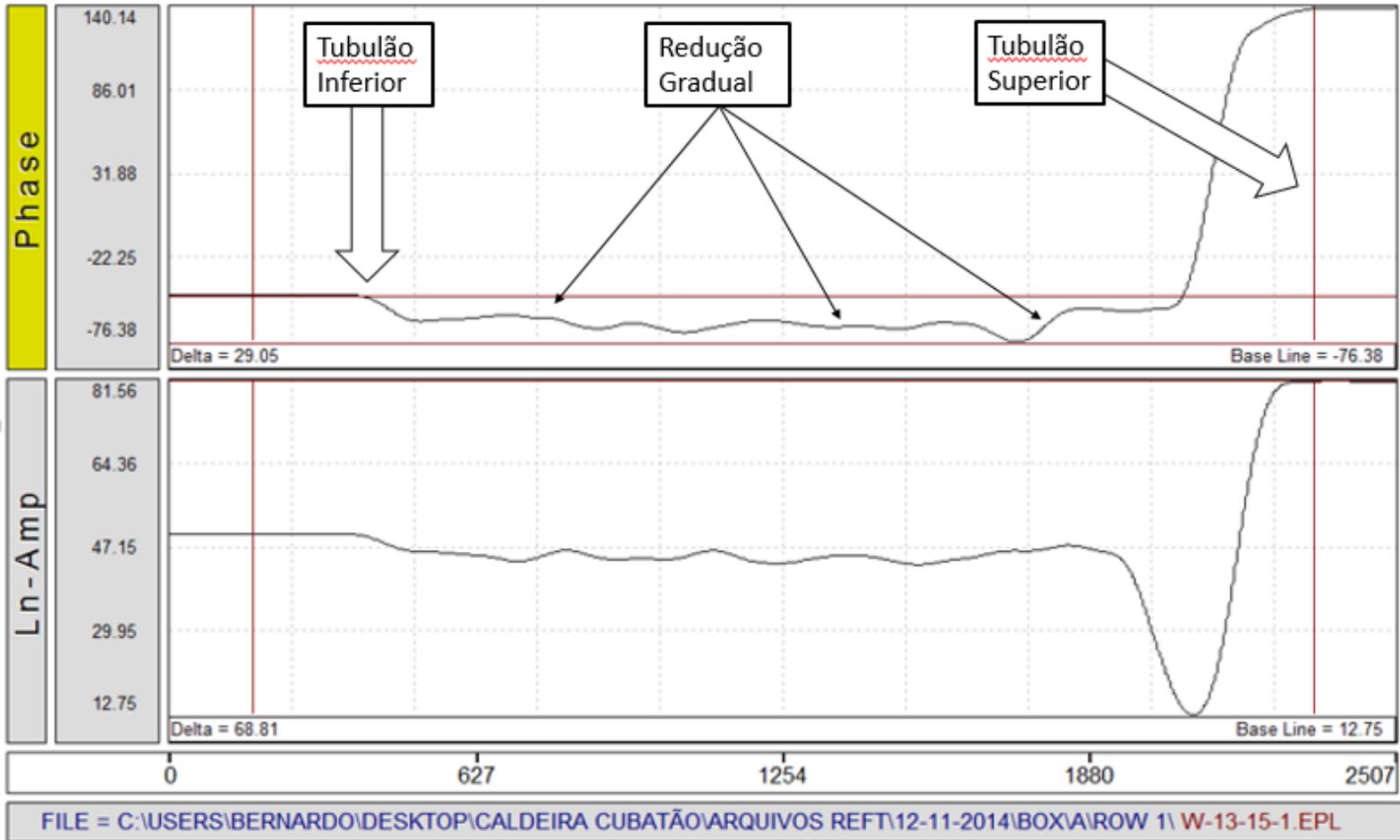
Para cada defeito, o equipamento responde de uma forma diferente, gerando um sinal característico, que o inspetor deve interpretar cada sinal e anotar os defeitos encontrados.

A análise dos dados é realizada conforme orientações do Anexo 2 - Analysis software instruction manual (Wineplus eWindataViewer).

Os resultados são registrados no formulário FO-SGI-031 – Relatório de REFT e uma cópia dos certificados de calibração dos instrumentos utilizados deverão ser anexados ao relatório.



INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS





RFET - REMOTE FIELD ELECTROMAGNETIC TECHNIQUE

INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS

REFT em Banco de Tubos - Caldeira 06 - Usiminas - Cubatão - SP						
Nº Tubo	Zona	Linha - nº Tubo - Coluna			%Loss Metal	Observação
1	A	1	1	1	10-15	Gradual Wall Loss
2	A	1	2	1	5-10	Gradual Wall Loss
3	A	1	3	1	20-25	Gradual Wall Loss
4	A	1	4	1	5-10	Gradual Wall Loss
5	A	1	5	1	15-20	Local Wall Loss
6	A	1	6	1	15-20	Gradual Wall Loss

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!