

ConaEnd&Iev 2016

CONAEND&IEV2016 - 035 EFEITO DE INCRUSTAÇÃO E CORROSÃO INTERNA NO ENSAIO DE IRIS – PROBLEMAS E SOLUÇÕES

Arilson R. Silva¹, Mauro Duque de Araujo²

Copyright 2016, ABENDI, PROMAI.

Trabalho apresentado durante o XXXIV – Congresso Nacional de Ensaio Não Destrutivos e Inspeção.

19ª IEV – Conferencia Internacional sobre Evaluación de Integridad y Extensión de Vida de Equipos Industriales.

As informações e opiniões contidas neste trabalho são de exclusiva responsabilidade do(s) autor(es).

SINOPSE

O ensaio Iris é utilizado há décadas, sua eficiência é reconhecida, porém são frequentes os casos de descontentamento e descredito na técnica devido a resultados “ruins”.

Nossa experiência tem mostrado que um dos fatores primordiais é o efeito da limpeza da superfície interna dos tubos para inspeção. Apesar deste efeito ser amplamente conhecido em uma grande parte dos casos a limpeza não atinge o grau desejado, e sendo assim a inspeção é conduzida nestas condições. Além disso é senso comum que o ensaio de Iris é eficaz para detecção e dimensionamento de danos tipo perda de espessura em tubos de trocadores de calor e caldeiras. Porém, não é tão divulgada a diferença de detectar e dimensionar danos internos e danos externos. A inspeção de tubos que apresentam danos por corrosão, somente na superfície externa é mais fácil de executar, de interpretar e também mais eficaz. Quando os danos são internos, ocorrem efeitos ligados a rugosidade da superfície e também eficiência de limpeza dentro das regiões corroídas, o que torna esta inspeção mais difícil de executar e interpretar e afeta também sua eficácia.

Neste trabalho é discutido o efeito da incrustação e corrosão da superfície interna dos tubos, com base na teoria, em ensaios laboratoriais, e na experiência adquirida em inspeções de campo. São discutidos os efeitos da limpeza e da corrosão interna sobre o significado dos resultados e propostas de solução para aumento da eficiência da inspeção através da utilização de procedimentos de inspeção qualificados que utilizam “técnicas conjugadas®”.

1 Técnico Mecânico, Inspetor de Equipamentos, ASNT ACCP UT Level II 176695 / PCN PAUT Level II 322606 / US-N2-IR SEQUI 11763 / CP-N2-TI SNQC 9270 - ARAUJO ENGENHARIA

2 MSc, Engenheiro Metalúrgico e de Materiais, ASNT NDT Level III AE/ ET/ UT, ASNT ACCP Level III UT N° 156877, SNQC Nível 3 EA, CP N° 12497 – ARAUJO ENGENHARIA

INTRODUÇÃO

O ensaio de Iris é utilizado para detecção, dimensionamento e mapeamento de perdas de espessura em tubos de troca térmica, usados em trocadores de calor e caldeiras. O ensaio oferece varias vantagens tais como a aplicação em diversos tipos de materiais, precisão de dimensionamento de perdas de espessura e aplicação em um grande range de diâmetros de tubos.

Há desvantagens conhecidas tais como limpeza rigorosa, baixa velocidade de ensaio e detecção apenas de danos tipo perda de espessura. Outras desvantagens, não tão divulgadas, são a influência da incrustação e corrosão interna sobre o sinal de Iris.

Este trabalho apresenta casos de problemas ocorridos no ensaio de Iris em tubos incrustados ou corroídos internamente, e soluções que foram adotadas para eliminar os problemas, tais como recursos especiais do software de interpretação dos resultados, melhorias na limpeza ou a aplicação conjunta de outras técnicas de inspeção dos tubos, tais como uso dos ensaios eletromagnéticos.

PRINCIPIO

IRIS (Internal Rotary Inspection System)

É uma técnica do método ultra-sônico, que consiste basicamente na “varredura” de todo o comprimento do tubo por um feixe normal de ultrassom. Isto se dá pela rotação de um pequeno espelho acoplada a uma turbina movida a água que recebe o feixe sônico e o direciona perpendicularmente a superfície do tubo, conforme ilustra a figura abaixo, a água serve também para acoplamento.

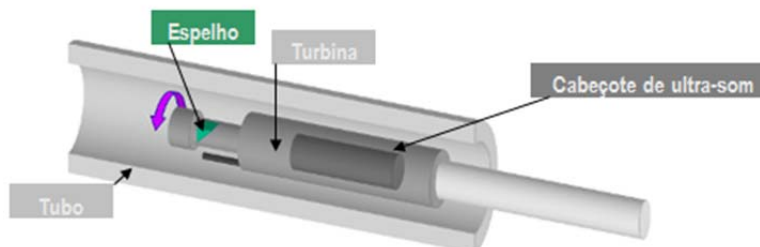


Figura 1 – Conjunto utilizado para o ensaio de iris (1)

O método utilizado é o mesmo empregado nos exames de medição de espessura, o pulso eco, onde as ondas mecânicas emitidas (pulso) pelo transdutor de ultrassom são retornadas (na forma de um eco) e convertidas em tensão elétrica, podendo ser visualizadas por meio de um osciloscópio. O cabeçote esta inserido dentro de uma turbina rotativa com espelho e pino alvo, que geram sinais conforme ilustrado abaixo.

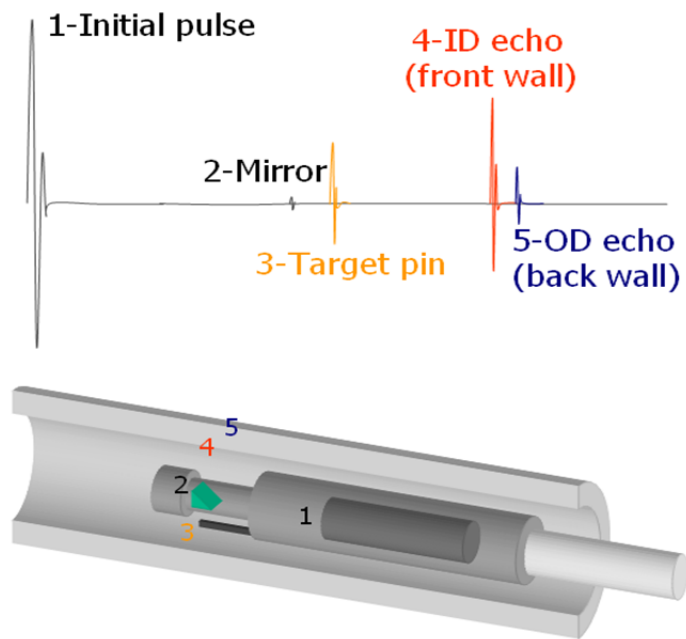


Figura 2 – Ecos em uma visualização A-Scan (1)

Os sinais mais importantes, e que são digitalizados para visualizações B e C-Scan são os chamados ID (Internal Diameter) e o OD (Outside Diameter) ou “eco de fundo”. A diferença de distancia entre os sinais de ID e OD correspondem à espessura da parede do tubo.

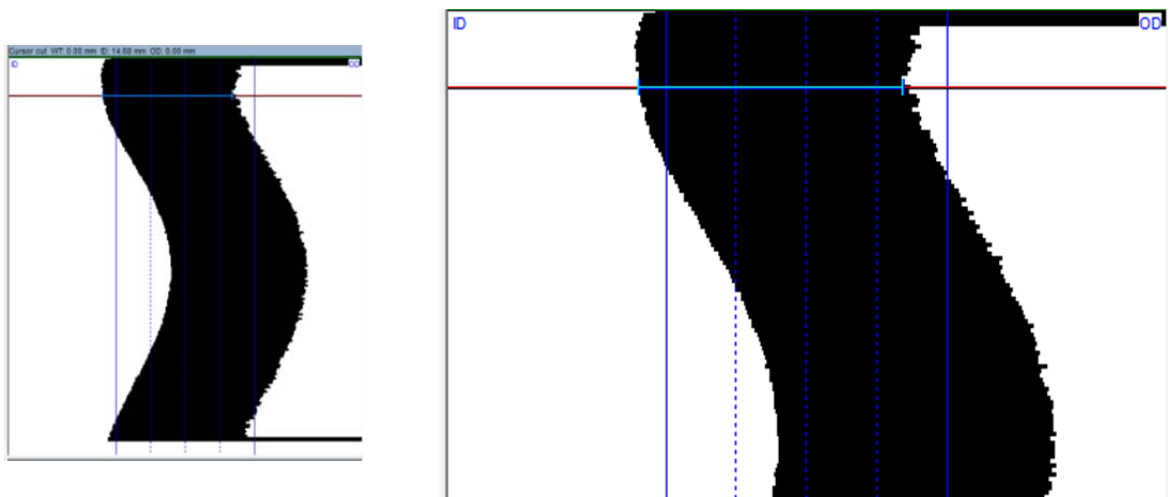


Figura 3 - Visualização B-Scan. Lado esquerdo é o ID, lado direito é o OD (3)

Os aparelhos modernos apresentam visualização A/B/C/D-Scan que oferece vantagens significativas na visualização, dimensionamento e mapeamento das perdas de espessura, enquanto aparelhos antigos e principalmente os analógicos só oferecem visualização B-Scan.

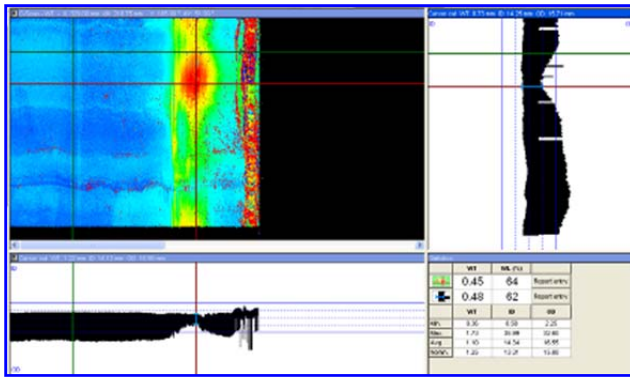


Figura 4 – Visualização B/C/D-Scan de um aparelho digital (3)

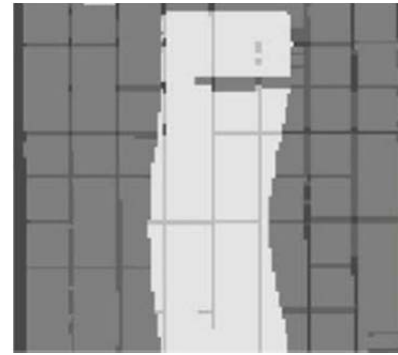


Figura 5 – Visualização B-Scan aparelho analógico (2)

INCRUSTAÇÃO INTERNA:

A limpeza interna dos tubos por hidrojateamento é a forma mais conhecida de garantir superfície adequada para execução do ensaio IRIS. Porém, devido a fatores como produto fortemente aderido aos tubos ou pressão insuficiente do hidrojato, nem sempre a superfície está adequada para a realização do ensaio.

A norma conhecida para o ensaio de Iris no Brasil, N-2690B da Petrobras (2), estabelece que a preparação de superfície deve ser adequada de modo a obter-se um sinal resposta (apresentação do aparelho) com no mínimo 70% de nitidez para permitir a avaliação do tubo, e que esta condição deve ser mantida em todo o trecho de comprimento do tubo considerado inspecionado. Nossa experiência mostra que o grau de limpeza exigido depende das dimensões dos danos que estão sendo investigados.

Sabe-se que atualmente são aplicadas pressões de hidrojateamento superiores às exigidas na norma Petrobras, na ordem de 20.000 PSI, porém ainda assim, em alguns casos, não é possível remoção de 100% da incrustação interna.

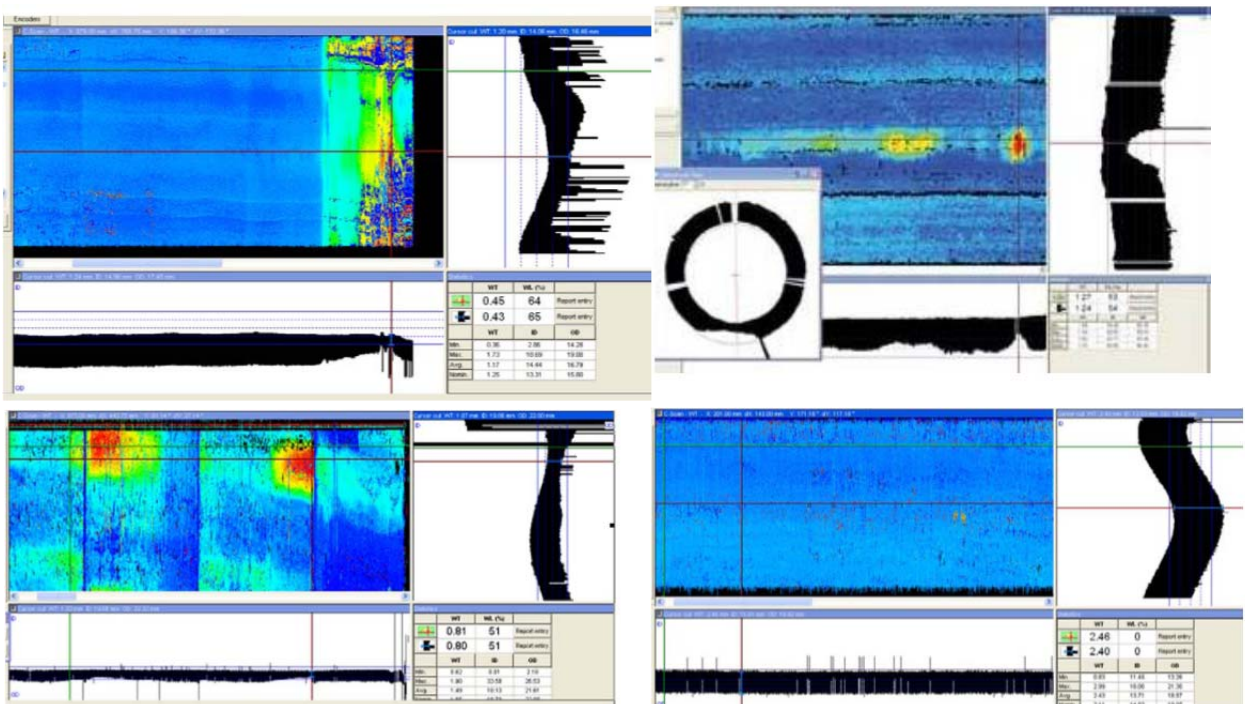


Figura 6 – Exemplo de tubos com boa preparação de superfície. (3)

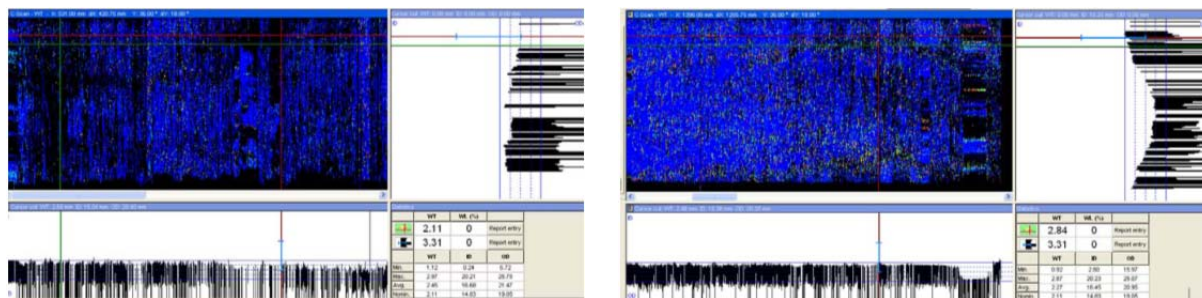


Figura 7 – Exemplo de tubos com superfície inadequada (tubos sujos) (3)

Existem vários tipos de incrustações causadas por impregnação do fluido de operação interno aos tubos. Neste trabalho abordamos dois tipos que denominamos tipo A e tipo B.

As incrustações do tipo A tem propriedades acústicas totalmente diferentes dos materiais metálicos de fabricação dos tubos, portanto não permitem a propagação de som, gerando perda de sinal localizado. Se todo o comprimento do tubo apresentar incrustações deste tipo, em cada local incrustado não haverá sinal de Iris, tornando o ensaio ineficaz ou inviável até que a superfície seja limpa. Casos como este são ilustrados na figura 8 acima.

As incrustações do tipo B têm propriedades acústicas diferentes das dos materiais dos tubos, porem permitem a passagem de som, e suas espessuras podem ser medidas pelo ensaio de Iris. Em certos casos suas espessuras são somadas às espessuras dos tubos, em outros são medidas individualmente causando a falsa indicação de que o tubo pode estar corroído. Um caso como este é ilustrado nas figuras 9 a 13 abaixo, onde tubos de trocadores de calor dos sistemas de fornos apresentaram espessa camada de coque aderida internamente.

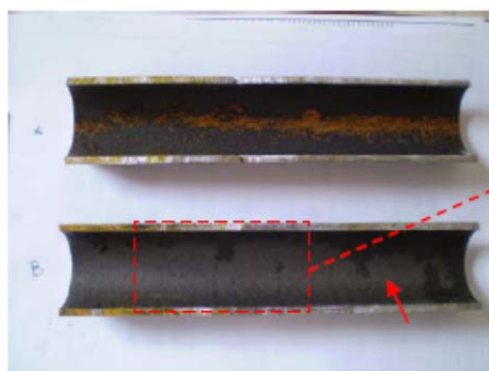


Foto da secção da amostra mostrando superfície interna do tubo com camada de coque internamente.

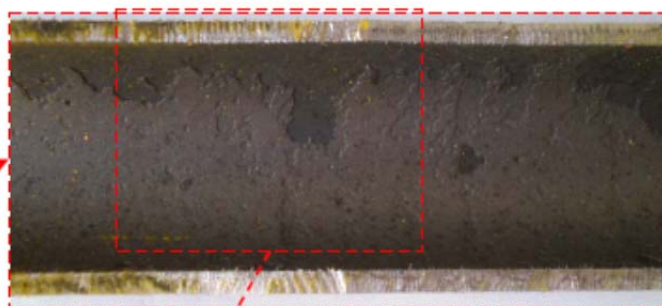


Foto da superfície interna com camada espessa de coque.

Figura 8 – Incrustação de camada de coque aderida à parede dos tubos (3)

Exame Metalográfico

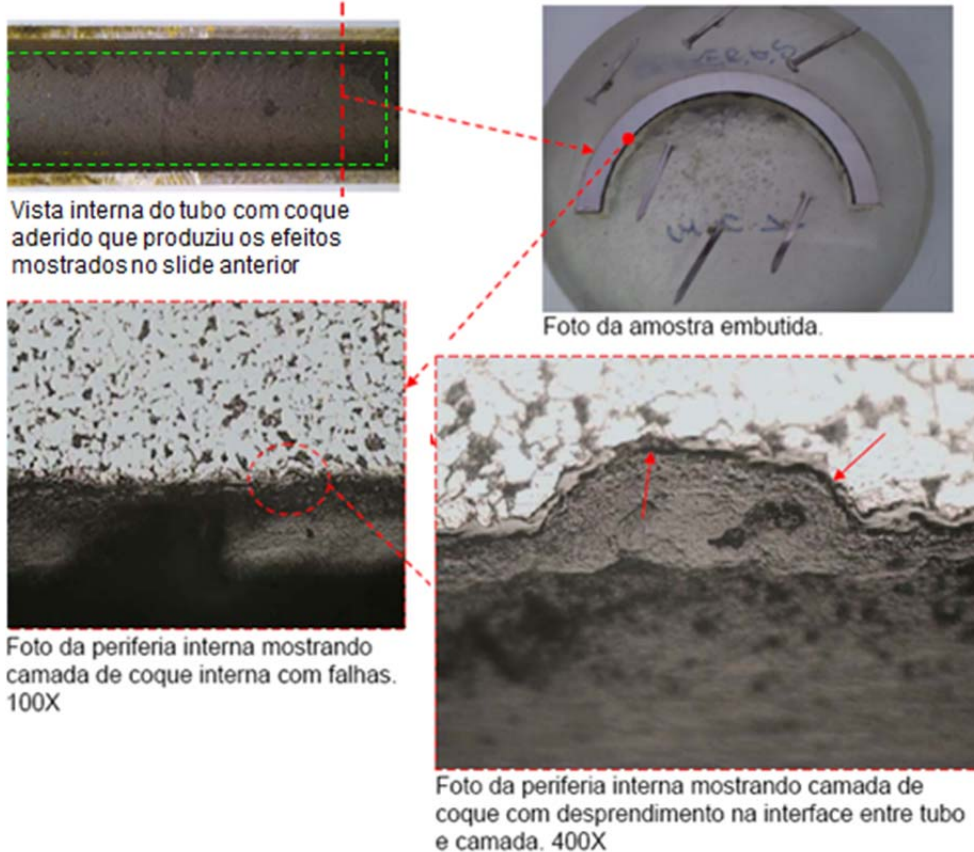


Figura 9 – Exame metalográfico com aumento de até 400 vezes, mostra camada de coque. (3)

Como esta camada, era fortemente aderida e permitia a propagação de som, o exame de IRIS apresentou sinais de medição de espessura desta camada, algumas vezes medindo-a isoladamente, outras vezes somando-a à espessura do tubo. Este fato causou uma distorção do sinal do IRIS causando a aparência de corrosão externa nos tubos.

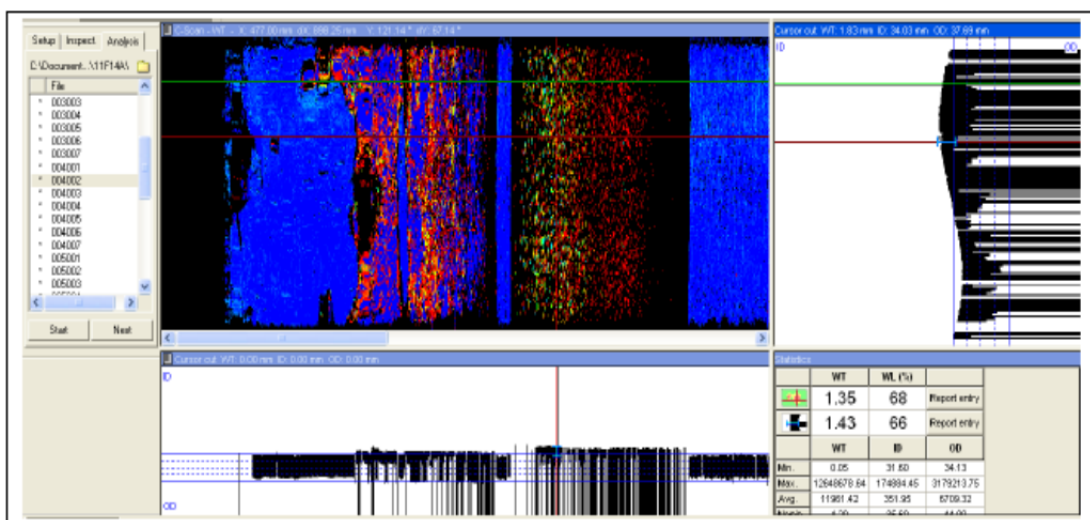


Figura 10 – Resultado do sinal de IRIS com camada aderente de coque (3)

Após novo hidrojateamento dos tubos foi feito o ensaio IRIS, obtendo-se sinal claro da parede do tubo sem nenhuma perda de espessura, ou seja, após a camada de coque ter sido removida, não houve interferências no sinal do IRIS.

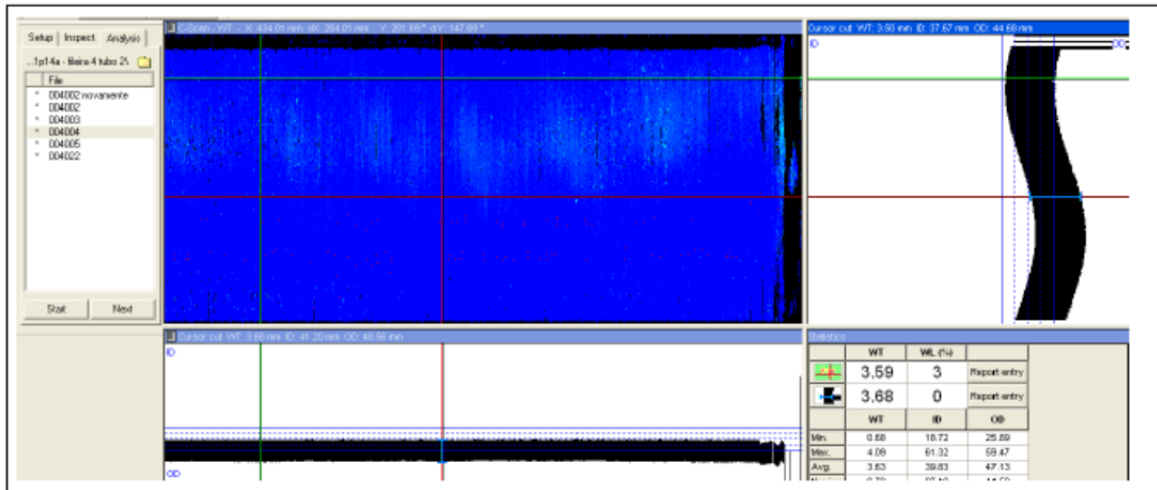


Figura 11 – Resultado do sinal de IRIS com camada aderente de coque (3)

Em outros tubos deste mesmo trocador de calor, em alguns trechos a espessura da camada foi somada à espessura do tubo. A espessura na região do tubo limpo é de 3,65 mm e em regiões com camada aderida a espessura chega a 4,8 mm.

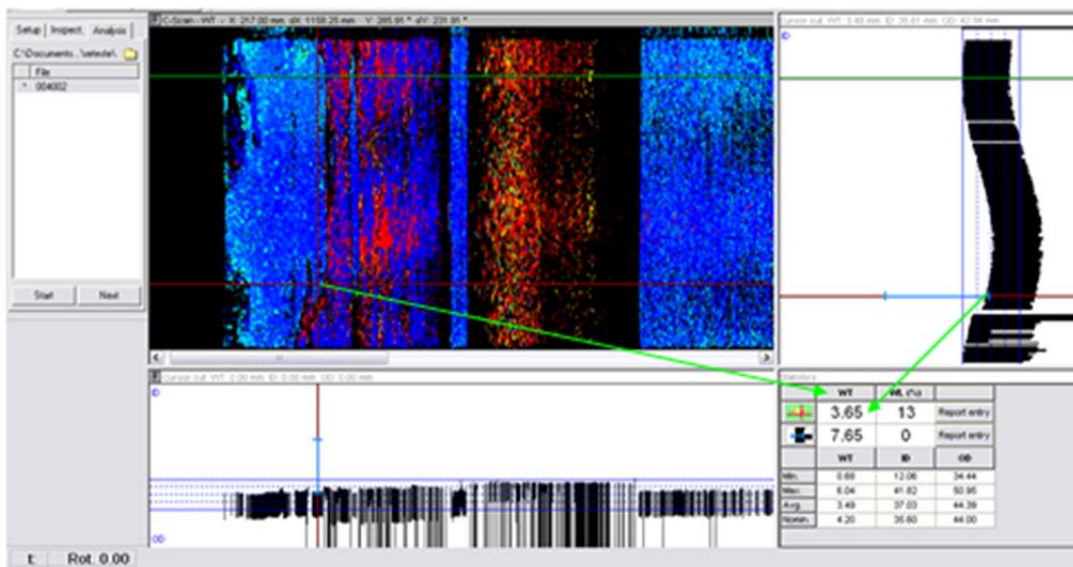


Figura 12 – Resultado do sinal de IRIS com camada aderente de coque (3)

SOLUÇÕES:

A limpeza mais efetiva por hidrojateamento e/ou escovamento dos tubos torna a inspeção eficaz. Além disso a conjugação das técnicas de Iris com técnicas eletromagnéticas tal como o Campo Remoto (RFT) garante a efetividade adequada.

As técnicas eletromagnéticas não são influenciadas por corrosão interna ou incrustações.

CAMPO REMOTO

É uma técnica do método eletromagnético, que consiste na “varredura” de todo o comprimento do tubo utilizando-se sondas que emitem um campo magnético que é atenuado pelo “volume de material” existente entre o emissor e o receptor. Uma correlação entre a intensidade do campo magnético “sentido” e a espessura dos tubos, “plano de tensão”, é a base para a detecção e dimensionamento da espessura real dos tubos.

A utilização de duas frequências para eliminar sinais indesejáveis, o recurso de “compensação de frequências”, a utilização de equipamentos e softwares atualizados que permitem a apresentação dos dados em tempo real e a gravação simultânea para análise posterior, são fatores decisivos na precisão dos resultados, assim como na maximização da velocidade de inspeção.

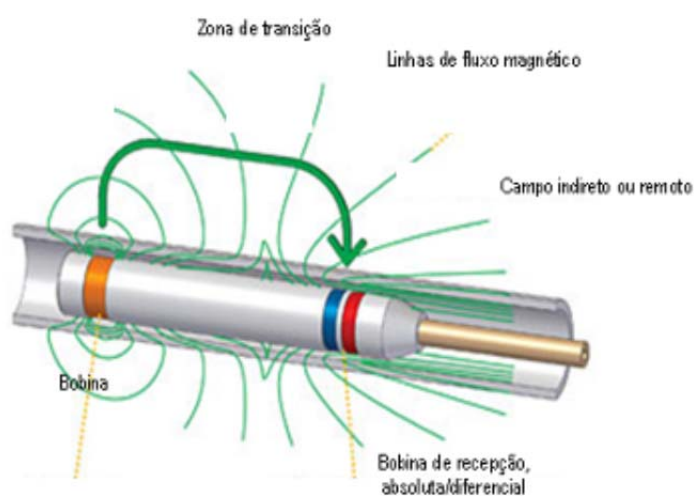


Figura 13 – Técnica de Campo Remoto (RFT) (1)

O caso abaixo mostra como o emprego de técnicas conjugadas de Iris e Campo Remoto aumentam a efetividade da inspeção.

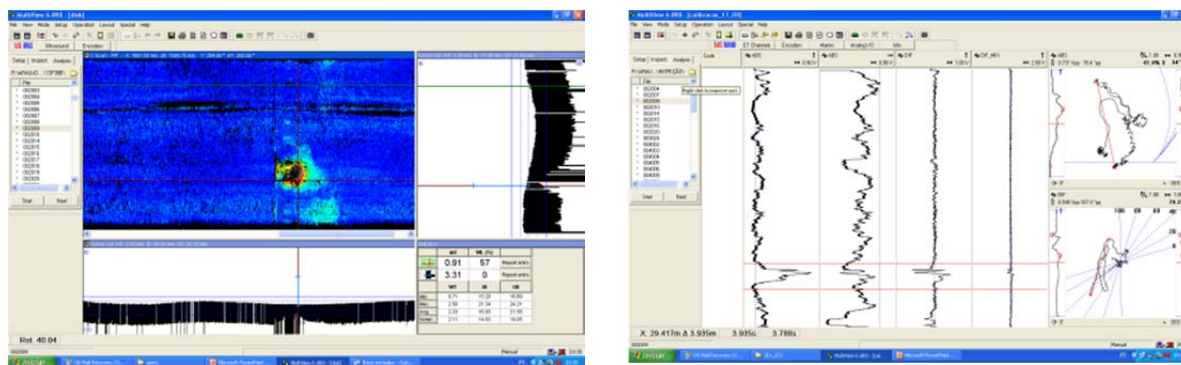


Figura 14 – Técnicas conjugadas de Iris e Campo remoto (3)

CORROSÃO INTERNA

Em tubos com corrosão interna, existe maior dispersão de som causada pela irregularidade na superfície. Esta dispersão faz com que uma parte menor de energia seja transmitida pela espessura da parede até atingir a superfície externa, gerando “perturbações” no sinal de eco de fundo.

As fotos abaixo ilustram este fenômeno comparando os sinais obtidos em um tubo com corrosão interna e outro com corrosão externa.

Quando os danos são internos, ocorrem efeitos ligados à rugosidade da superfície e também eficiência de limpeza dentro das regiões corroídas, o que torna esta inspeção mais difícil de executar e interpretar e afeta também sua eficácia.

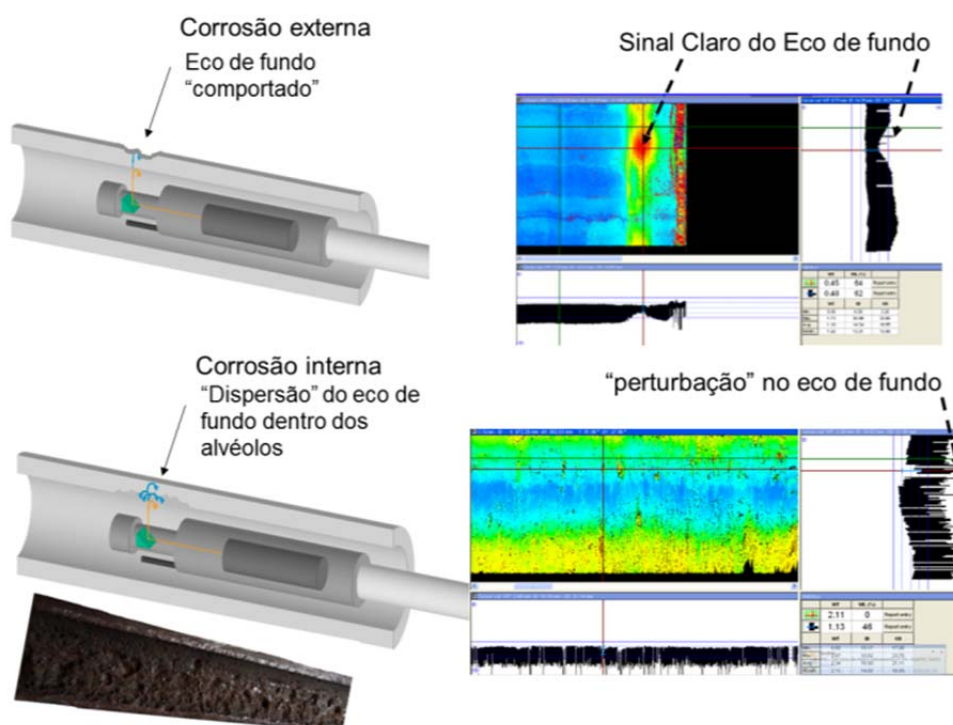


Figura 15 – Comparação dos sinais entre tubos com corrosão interna ou externa (3)



Figura 16 – Exemplo de tubos com corrosão alveolar interna.(3)

Os aparelhos modernos possuem softwares com visualização A/B/C/D-Scan permitem a aplicação de recursos que facilitam a visualização e dimensionamento dos alvéolos internos, tais como o IDView, que se baseia nas variações de diâmetro do tubo.

Usando este recurso os alvéolos são mostrados na visualização C-Scan, tornando os alvéolos mais evidentes, tal como mostrado na foto abaixo:

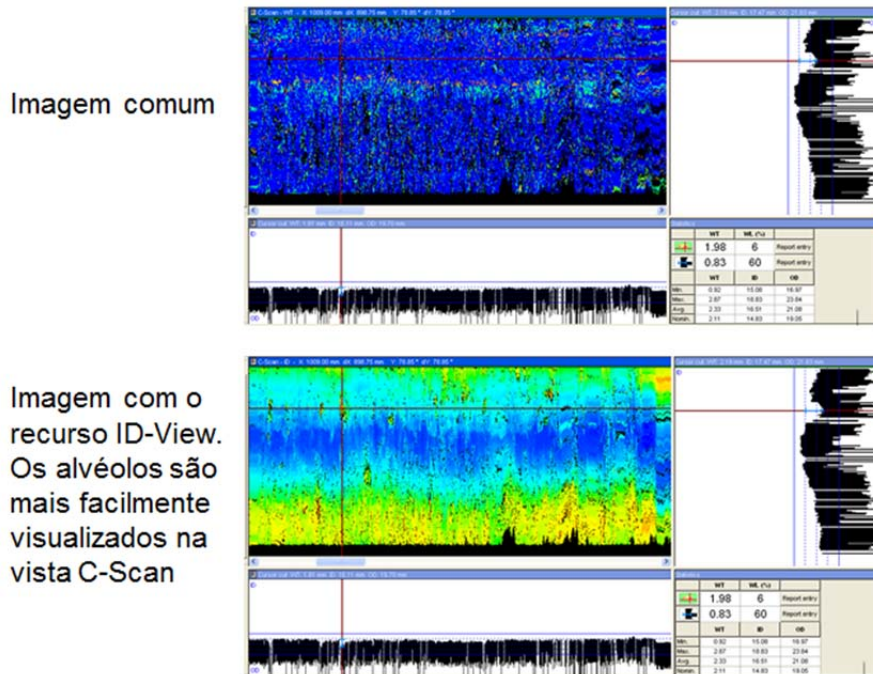


Figura 17 – Comparação das imagens C-Scan habilitando-se a função IDView.(3)

Porem, mesmo com a utilização deste recurso a dispersão do som causada pelos alvéolos internos, cria sinais espúrios no eco de fundo, dificultando o correto dimensionamento da profundidade do alvéolo. Esta dificuldade de dimensionamento pode gerar erros de medição na ordem de alguns décimos de milímetros.

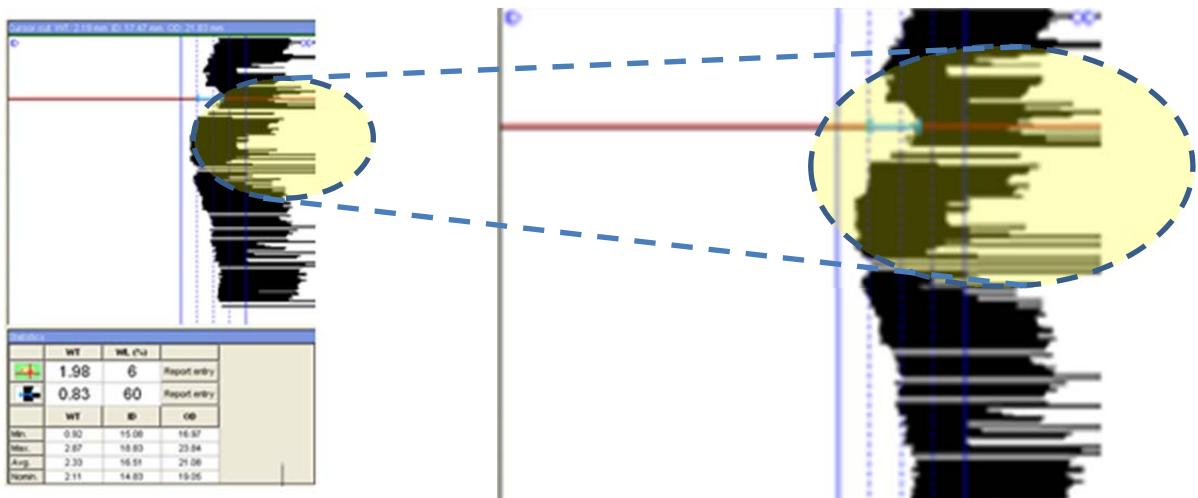


Figura 18 – Medição da profundidade do alvéolo interno quando não há sinal claro de eco de fundo. (3)

SOLUÇÕES:

É fato que os recursos de software tais como o IDView, visto acima, aumentam significativamente a eficácia na detecção e dimensionamento de alvéolos internos. Porém em casos onde os tubos além de apresentarem corrosão alveolar generalizada, também tiveram ineficiência na limpeza interna, a conjugação do ensaio Iris com técnicas eletromagnéticas tal como o Campo Remoto (RFT) garante a efetividade adequada.

As técnicas eletromagnéticas não são influenciadas tanto por corrosão interna quanto por incrustações.

CONCLUSÃO

O ensaio de Iris mostra-se muito eficiente na detecção de danos do tipo perda de espessura.

Em casos onde há corrosão alveolar interna generalizada e ineficiência da limpeza dos tubos, os recursos especiais de software, procedimentos específicos e uso de técnicas conjugadas aumentam a efetividade da inspeção.

Os principais desafios na aplicação desta filosofia estão na utilização de equipamentos, sondas e softwares com tecnologia avançada e atualizada, no treinamento e formação de mão de obra técnica especializada e uma estrutura de suporte técnico adequado para elaboração de procedimentos, supervisão de campo e interpretação e análise dos resultados.

BIBLIOGRAFIA

- (1) Olympus NDT
- (2) N-2690 B – Ensaio não destrutivo IRIS
- (3) Arquivo de inspeção, casos e experiências práticas da Araujo Engenharia