

Desafios e Soluções de Inovação em Inspeção para a Indústria



FÓRUM TÉCNICO DE INOVAÇÃO EM INSPEÇÃO DE EQUIPAMENTOS

Palestrantes: Gabriela Ribeiro Pereira



A partir do surgimento dos desafios impostos pelo pré-sal, estabeleceu-se a parceria entre Petrobras e UFRJ para construção do LNDC – Laboratório de Ensaios Não-Destrutivos, Corrosão e Soldagem.

NÚMEROS

- Inauguração em Abril de 2009
- 8.000 m² de área construída
- Investimento de mais de R\$ 40 milhões
- 4 professores responsáveis
- +50 estudantes de: graduação, mestrado e doutorado
- 50 colaboradores, entre eles:
 - Pesquisadores contratados
 - Técnicos de diversas áreas





Ensaios Convencionais

- Inspeção Visual
- Líquidos Penetrantes
- Partículas Magnéticas

Termografia

- Termografia Ativa Pulsada
- Termografia Ativa de Fase Pulsada
- Termografia Lockin

Ultrassom

- Ultrassom Convencional
- ToFD
- Phased Array



Técnicas Magnéticas

- Correntes Parasitas Convencional
- Correntes Parasitas Array
- SLOFEC
- ACFM

Caracterização Magnética

- Microscopia de Varredura por Sonda
- Magneto-óptico
- Magnetômetro de Amostra Vibrante

Estudos estatísticos & Análise de dados

- Estudo de Confiabilidade por curvas PoD
- Simulação de curvas PoD
- Reconhecimento de padrões em sinais
- Planejamento de Experimentos



RELACIONAMENTO SIMBIÓTICO ACADEMIA-INDÚSTRIA

FOMENTO DE INOVAÇÕES
TECNOLÓGICAS PARA A INDÚSTRIA

SOLUÇÃO DE DESAFIOS EXISTENTES
NA INDÚSTRIA

Academia

Indústria

FOMENTO DE DESAFIOS PARA
A ACADEMIA

INCORPORAÇÃO DAS INOVAÇÕES
DESENVOLVIDAS PELA ACADEMIA

Exemplos:



Termografia

- Termografia Ativa Pulsada
- Termografia Ativa de Fase Pulsada
- Termografia Lockin



Cenário: Tubulações com juntas adesivas e laminadas aplicadas onshore/offshore mas sem técnica de inspeção

Problema: Desenvolver metodologia de inspeção das juntas tanto no processo de produção como em serviço

Solução proposta: Uso da técnica de termografia pulsada e de fase pulsada para detecção de defeitos como porosidades, falta de adesivo e delaminações.

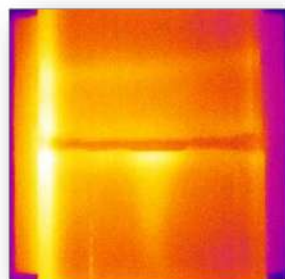


RESULTADOS



Junta Adesiva

Termografia Pulsada



Termograma original

Termografia de Fase Pulsada

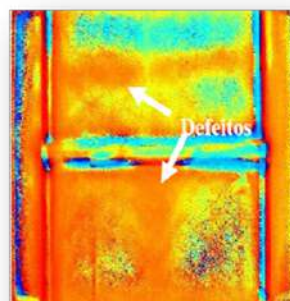


Imagem de Amplitude

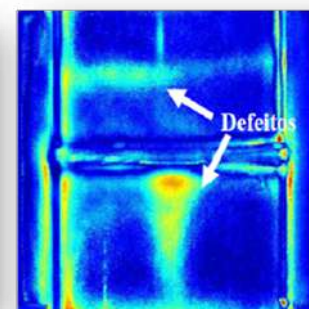
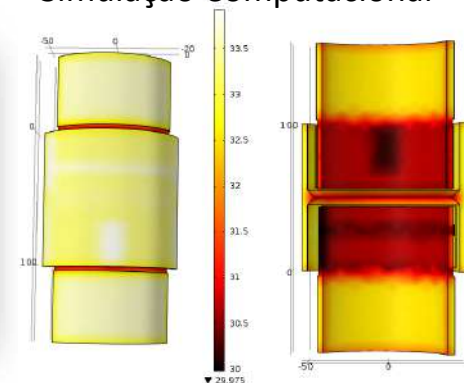


Imagem de Fase

Simulação Computacional



Detecção de
defeitos do tipo
falta de adesivo



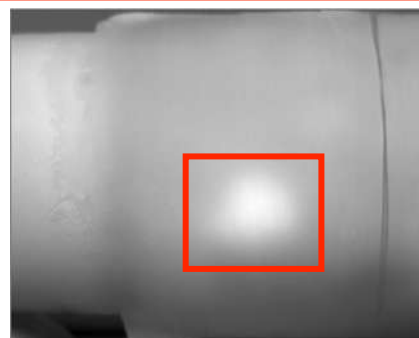
RESULTADOS



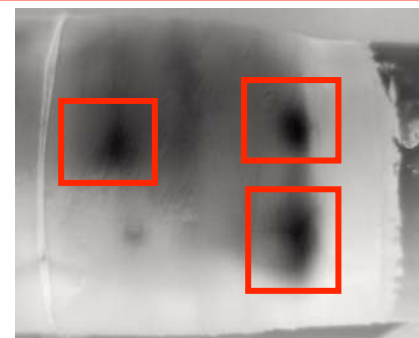
Potencialidade da técnica
como ferramenta para
inspeção de dutos
compósitos



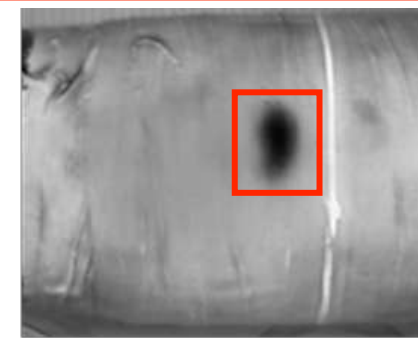
Junta Laminada



Porosidade



Defeitos na superfície do tubo (abaixo das
mantas)



Delaminação entre as
mantas



Ultrassom

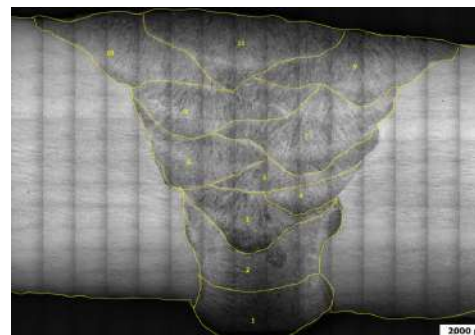
- Ultrassom Convencional
- ToFD
- Phased Array

Cenário: Soldas em material duplex e super duplex

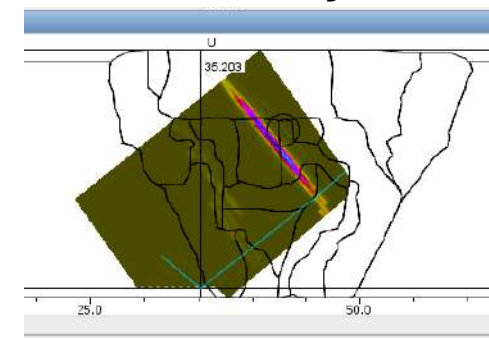
Problema: Microestrutura complexa

Solução proposta: Desenvolvimento de metodologia de inspeção por ToFD e phased array

Micrografia



Simulação





RESULTADOS

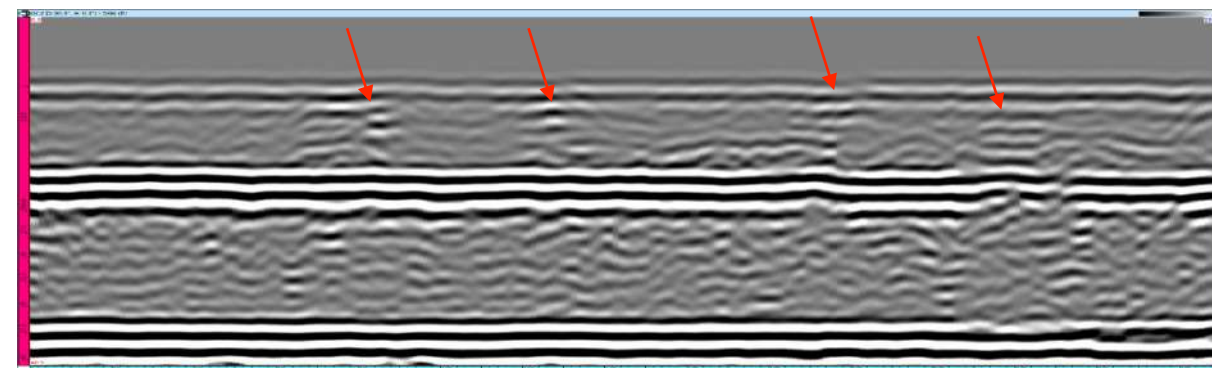
ANTES

Inexistência de metodologia capaz
de inspecionar o material

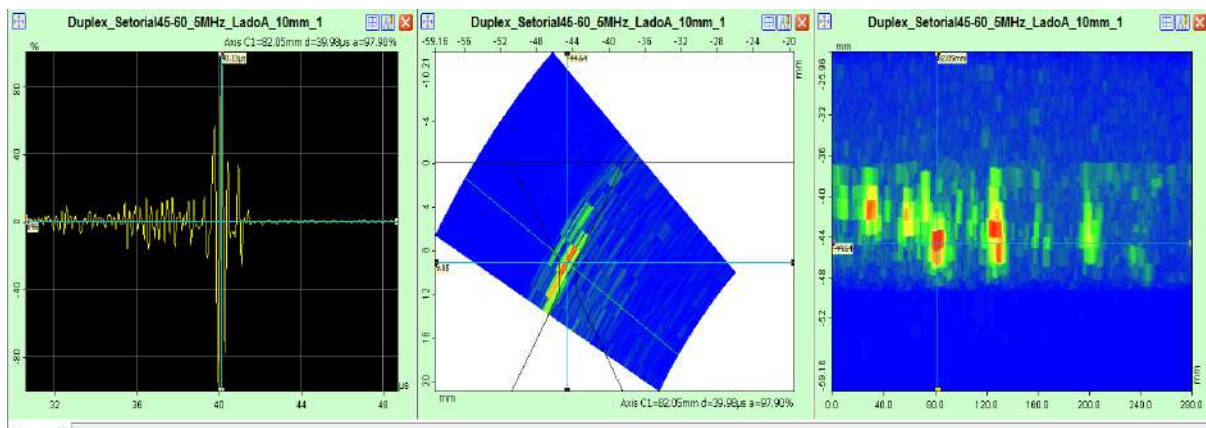


RESULTADOS

DEPOIS



Possibilidade de detecção de defeitos como falta de fusão, falta de penetração, inclusão de escória e porosidade em material de difícil inspeção.





DESAFIOS FUTUROS

Cenário: Tubulações em material compósito aplicadas onshore/offshore



Problema: A integridade estrutural da tubulação pode ser assegurada? É possível determinar a vida útil da estrutura a partir de um ensaio não-destrutivo?

Solução proposta: Realizar ensaio de envelhecimento acelerado em tubulações comercialmente disponíveis. Monitorar por ultrassom a evolução das propriedades mecânicas, no intuito de desenvolver um modelo de predição de vida baseado em metodologia não-destrutiva.



Técnicas Magnéticas

- Correntes Parasitas Convencional
- Correntes Parasitas Array
- SLOFEC
- ACFM



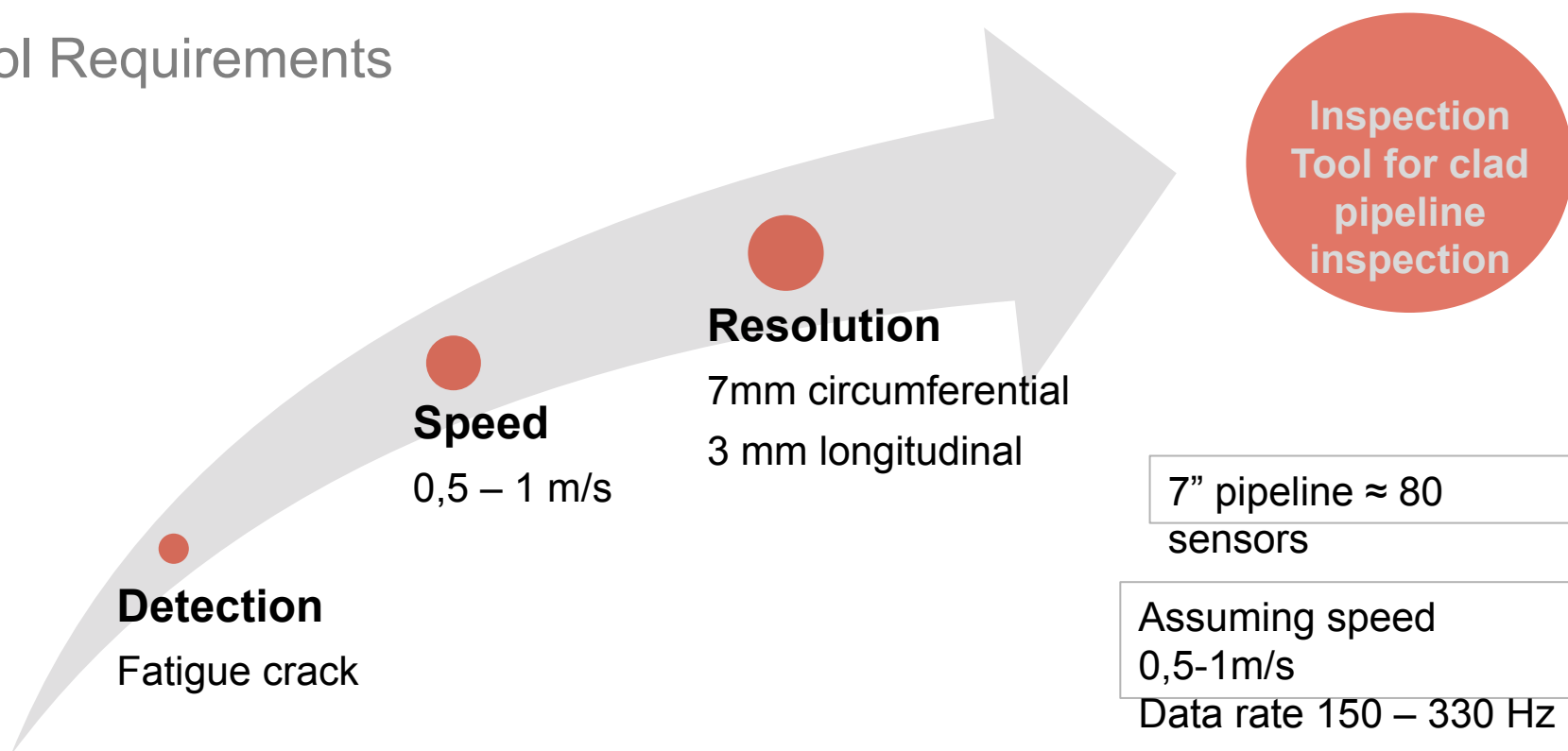
Cenário: Tubulações rígidas de transporte de petróleo submetidas a cargas variáveis através de efeitos de maré.

Problema: Surgimento de trincas de fadiga nas soldas circunferenciais de união de tubos cladeados.

Solução proposta: Desenvolvimento de um sensor capaz de detectar a trinca na junta soldada.

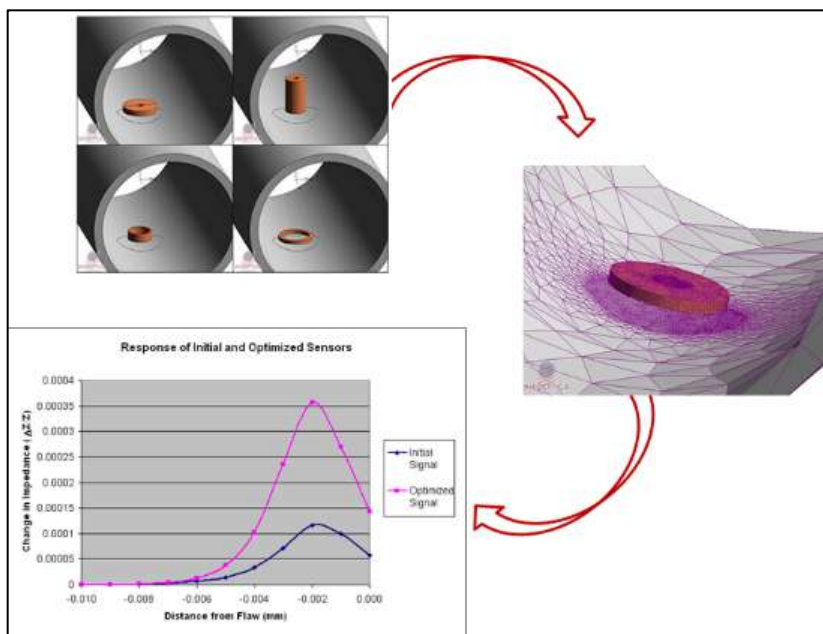


Inspection Tool Requirements

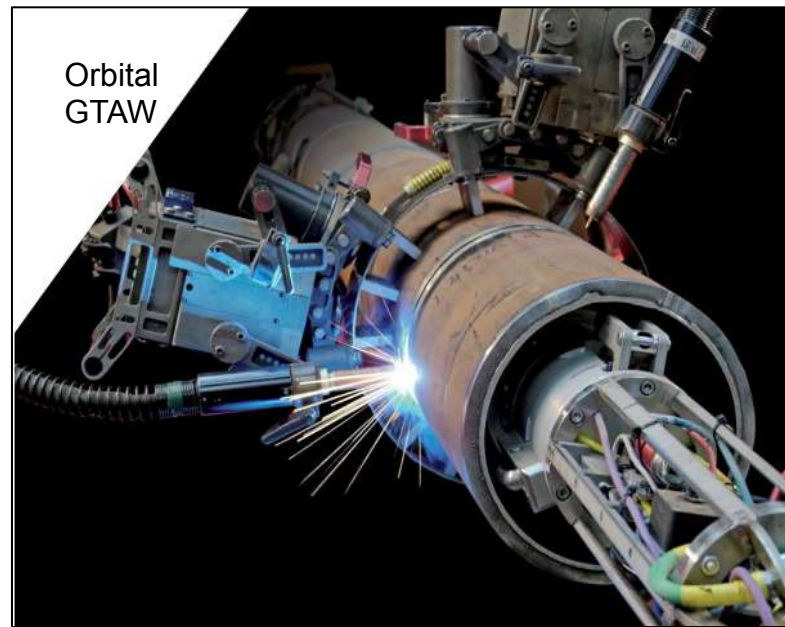




Simulação
computacional



Produção do
corpo de prova



Primeiros testes



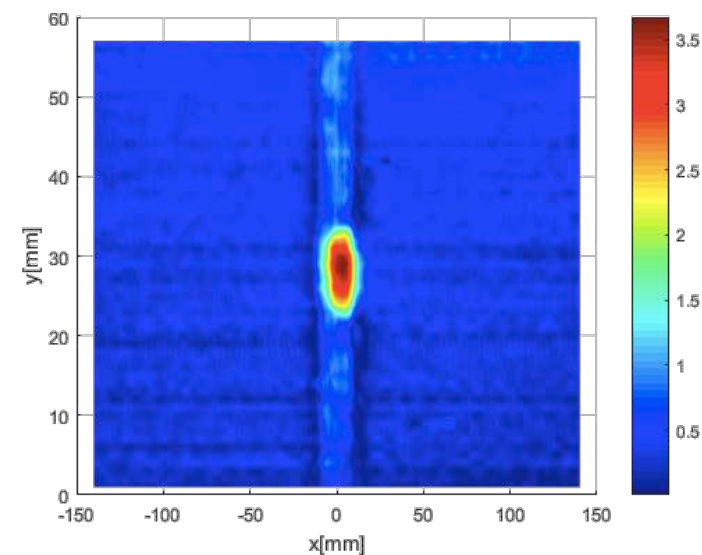


ANTES

Nenhuma ferramenta existente para a detecção de trincas de fadiga em juntas soldadas de dutos rígidos cladeados

Simulação e testes laboratoriais

DEPOIS



Detecção clara do defeito

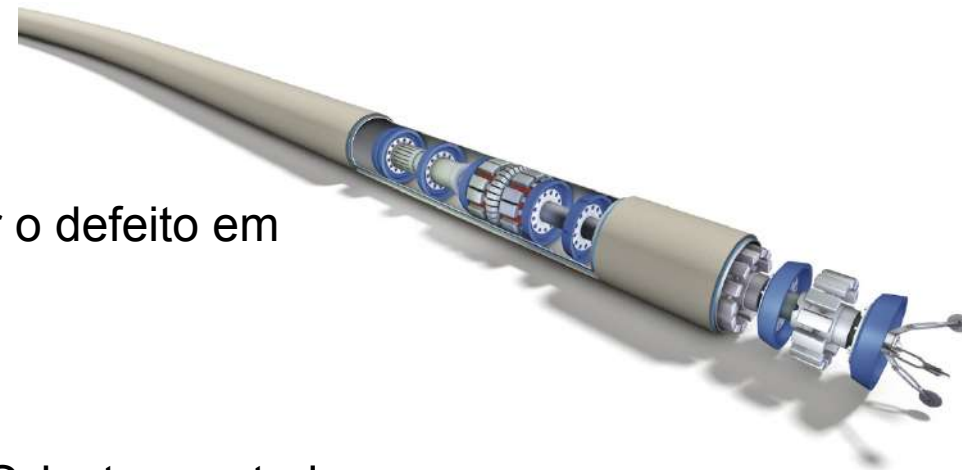


DESAFIOS FUTUROS

Cenário: Inspeção de trincas de fadiga em juntas soldadas cladeadas durante a operação

Problema: Uma ferramenta autônoma que seja capaz de detectar o defeito em questão em uma velocidade de escoamento de fluido de 1m/s.

Solução proposta: Desenvolvimento de uma ferramenta tipo PIG instrumentado com eletrônica e sensor embarcados para a detecção da trinca.





Caracterização Magnética

- Microscopia de Varredura por Sonda
- Magneto-óptico
- Magnetômetro de Amostra Vibrante



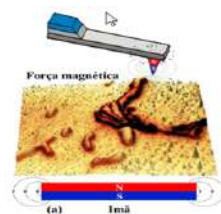
Cenário: Avaliação da vida útil dos tubos de reforma a vapor.

Problema: Vida útil das estruturas de aços HP. Para estados avançados de envelhecimento, e quando expostos a altas pressões e altas temperaturas de trabalho, podem ocorrer danos imprevistos.

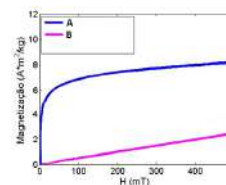
Solução proposta: Caracterização magnética do material visando o levantamento das propriedades para desenvolvimento de metodologias de inspeção magnética automatizada.



Propriedades magnética
a escalas:



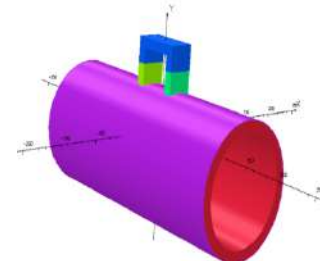
micro



macro



Usadas para
simulações
computacionais



Sistemas de
inspeção não
destrutiva para
ser usado em
campo





ANTES

- Avaliação dos tubos de reforma a vapor de acordo com a expansão de diâmetro.
- Inspeção por correntes parasitas convencional.

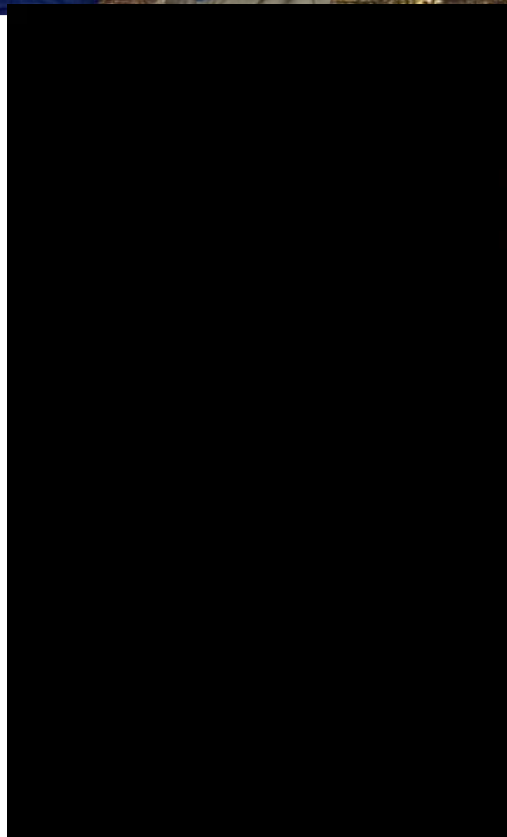
Análise das propriedades magnéticas dos tubos em operação

DEPOIS

- Relação das propriedades magnéticas com o estado de evolução microestrutural.
- Parâmetros para desenvolvimento de sensores magnéticos.
- Desenvolvimento de metodologia de inspeção com o uso de sensores magnéticos híbridos.



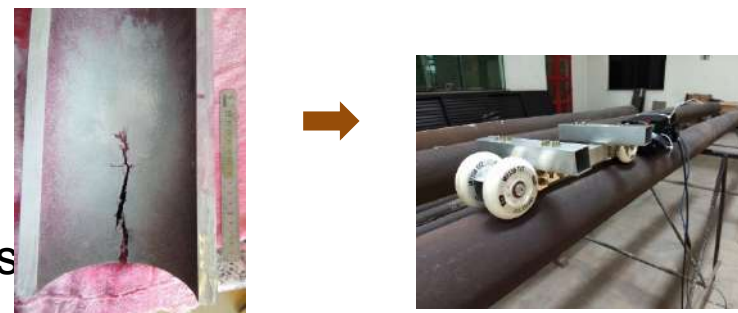
VIA/estrutura





DESAFIOS FUTUROS

Cenário: Sistema de inspeção não destrutiva para detecção de trincas



Problema: Vida útil das estruturas de aços HP. Surgimento de trincas.



Solução proposta: Avaliar as propriedades magnéticas de corpos de prova. Usar essas propriedades para o desenvolvimento de simulações computacionais para obter os parâmetros que permitam a construção de sensores magnéticos.



Estudos estatísticos & Análise de dados

- Estudo de Confiabilidade por curvas PoD
- Simulação de curvas PoD
- Reconhecimento de padrões em sinais
- Planejamento de Experimentos

Cenário: planta de produção de oleodutos contava com sistema de UT automatizado

Problema: Sistema de inspeção está sendo eficiente?

Solução proposta: quantificação da confiabilidade usando curvas PoD

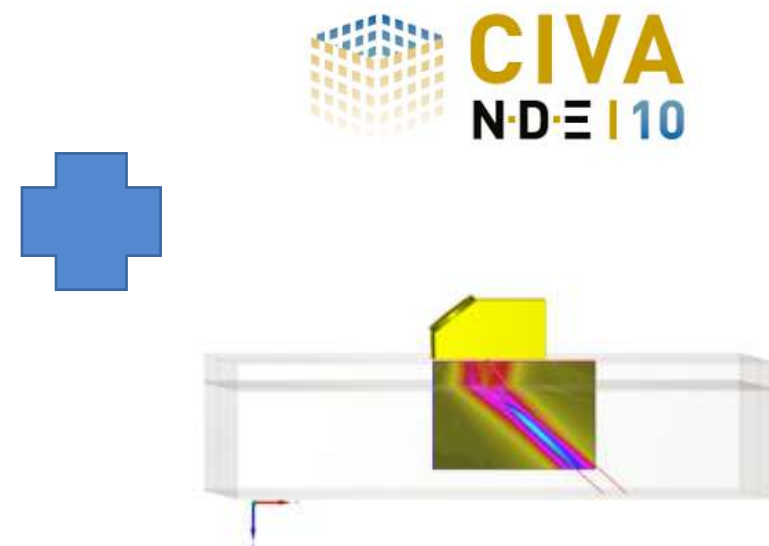




Produção do corpo de prova



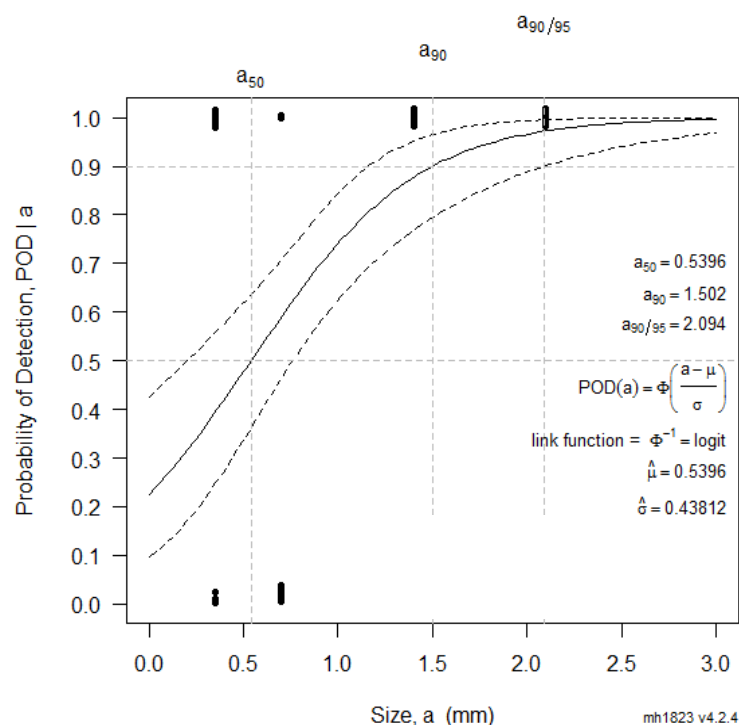
Primeiros testes



Melhoria das configurações através de simulação computacional

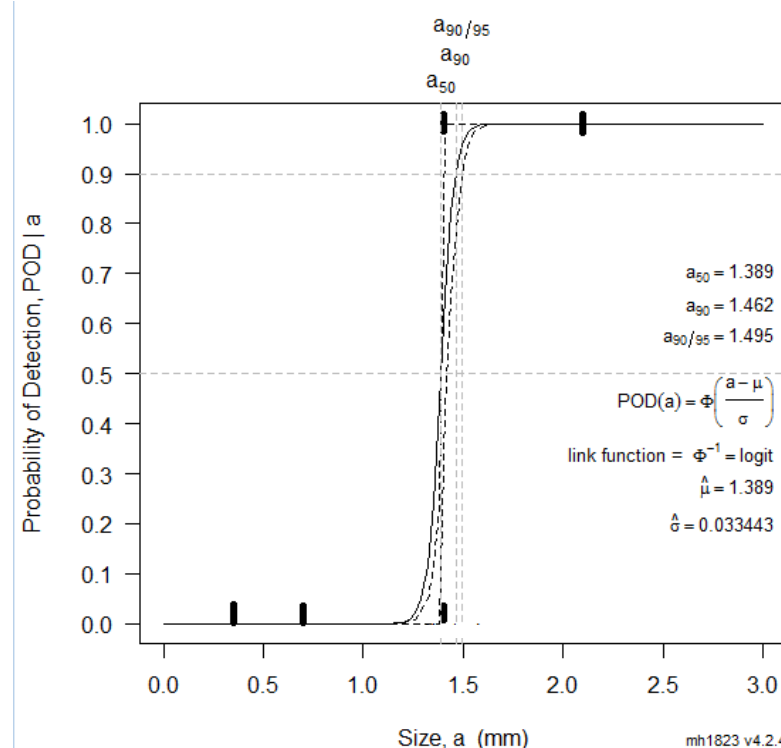


ANTES



Análise estatística e simulação computacional

DEPOIS



Comportamento quase aleatório, ou seja, detecta defeitos de diferentes tamanhos com igual probabilidade.

Sistema muito mais eficiente e confiável.

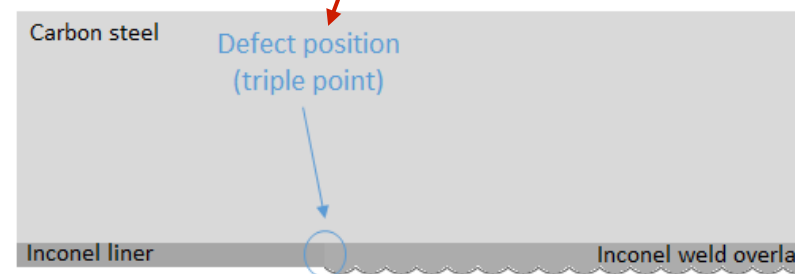


DESAFIOS FUTUROS

Cenário: Uso de weld overlay em tubulações de petróleo

Problema: Como inspecionar o ponto triplo por UT? E quão confiável será esse procedimento?

Solução proposta: Fabricar corpos de prova do tipo utilizado na indústria mas com defeitos artificialmente inseridos. Elaborar procedimento de inspeção por técnica ultrassônica e elaborar estudo de confiabilidade do cenário de inspeção elaborado.





ACADEMIA



INDÚSTRIA

FUTURO



FÓRUM TÉCNICO DE INOVAÇÃO EM INSPEÇÃO DE EQUIPAMENTOS



Parcerias





**Laboratório de Ensaios Não-Destrutivos, Corrosão
e Soldagem**
LNDC/COPPE/UFRJ

Endereço: Av. Pedro Calmon s/n
Cidade Universitária – Rio de Janeiro – RJ – Brasil
CEP: 21941-596
Telefone: +55 (21) 3938.8536



[@Indc](#)



[@Indc_ndt_ufrj](#)



[@Indcufri](#)