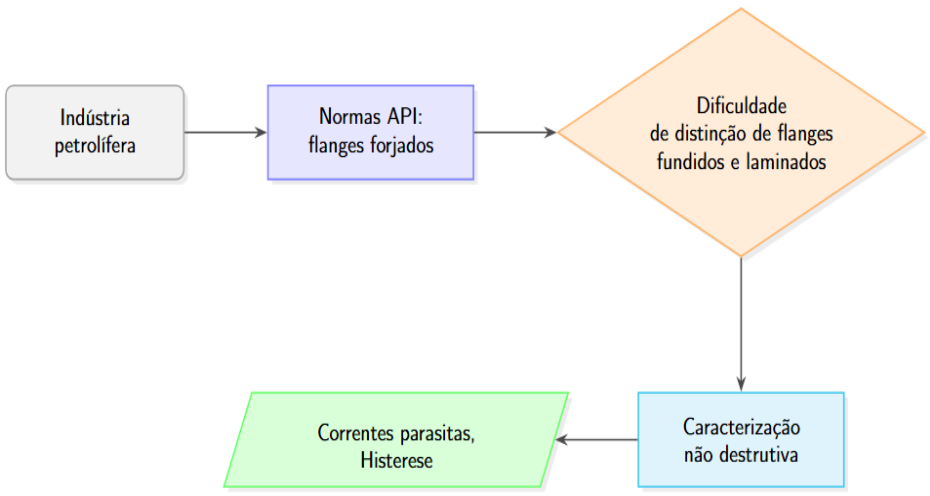
cbecimat26
26° Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais
22 a 26 de novembro de 2026
Costão do Santinho
Florianópolis-SC

CARACTERIZAÇÃO NÃO DESTRUTIVA DE AÇOS INOXIDÁVEIS DUPLEX FORJADOS, FUNDIDOS E LAMINADOS, SUBMETIDOS A DIFERENTES TRATAMENTOS TERMOMECÂNICOS.

Lima, J.G.S[1]; Moura, E.P.[1]
Universidade Federal do Ceará[1]

Introdução



Objetivos

1. O objetivo deste trabalho é diferenciar, através de ensaios não destrutivos, flanges de aços inoxidáveis duplex de acordo com o processo de fabricação e tratamentos térmicos;
2. Diferenciar flanges de aços inoxidáveis duplex forjados, fundidos e laminados, submetidos a diferentes tratamentos termomecânicos utilizando processamento de sinais e algoritmos de reconhecimento de padrões aplicados aos resultados de ensaios não destrutivos magnéticos (correntes parasitas e histerese magnética).

Metodologia

Tabela 1: Condições de tratamentos termomecânicos.

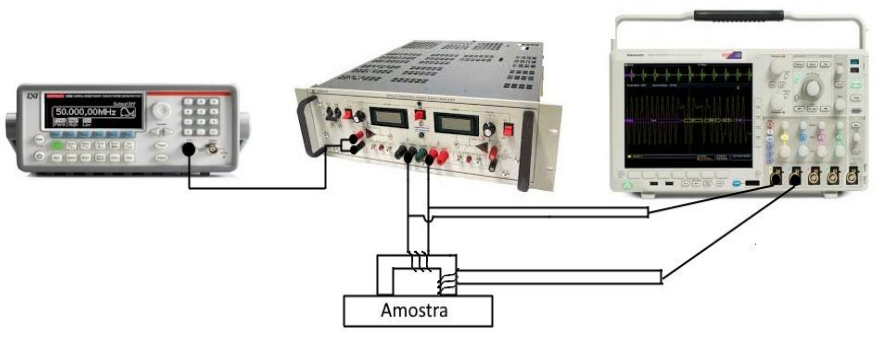
Tratamentos termomecânicos	Sigla
Forjado-Duplex- Sem tratamento térmico	FO00
Forjado- Duplex- Aquecido a 950°C por 10 minutos	FO10
Forjado- Duplex- Aquecido a 950°C por 20 minutos	FO20
Fundido- Super duplex- Sem tratamento térmico	5A00
Fundido- Super duplex- Aquecido a 950°C por 20 minutos	5A20
Fundido- Duplex- Sem tratamento térmico	3A00
Fundido- Duplex- Aquecido a 950°C por 20 minutos	3A20
Laminado- Duplex- Sem tratamento térmico	LA00
Laminado- Duplex- Aquecido a 950°C por 20 minutos	LA20

Figura 1: Equipamento de correntes parasitas Omniscan MX RD/TECH (a) e bloco de calibração (b)

a) b)



Figura 2: Sistema experimental para realização dos Ensaios Não-Destrutivos magnétcos.



Resultados e Discussão

Figura 3: Valores observados versus estimados e coeficientes de determinação da regressão linear múltipla para previsão do percentual de ferrita a partir dos dados obtidos pelo ensaio de correntes parasitas.

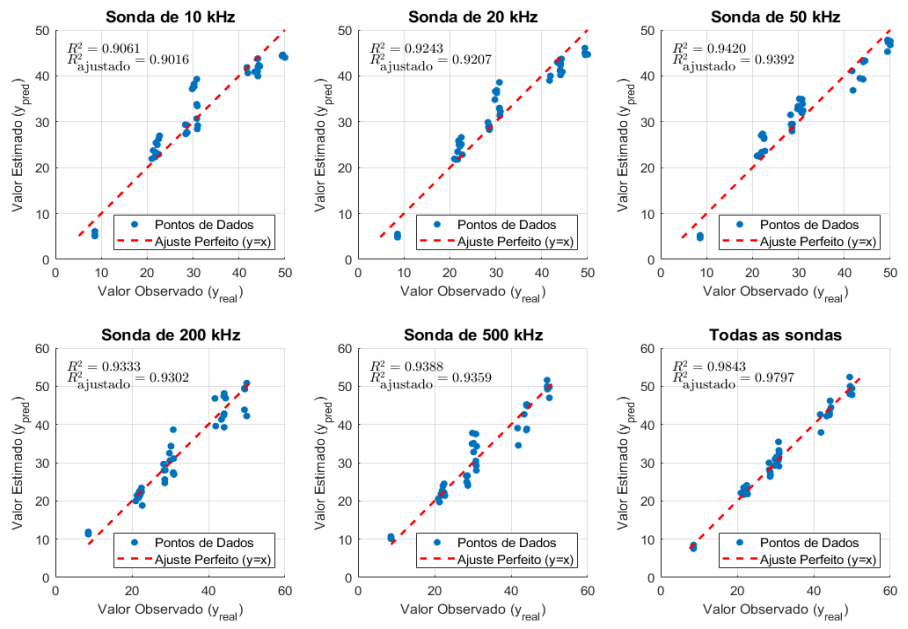


Figura 4: Gráfico dos loop's de histerese médio para todas as amostras.

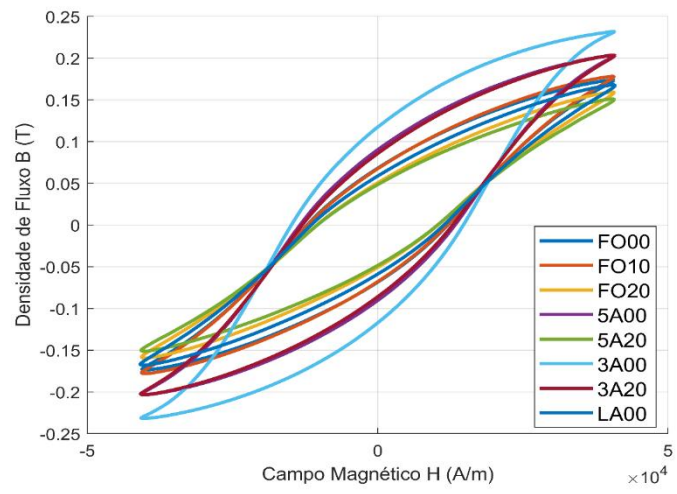


Figura 5 – Matrizes de confusão do classificador quadrático para o conjunto de teste após 100 rodadas: (a) correntes parasitas (10–500 kHz); (b) histerese magnética.

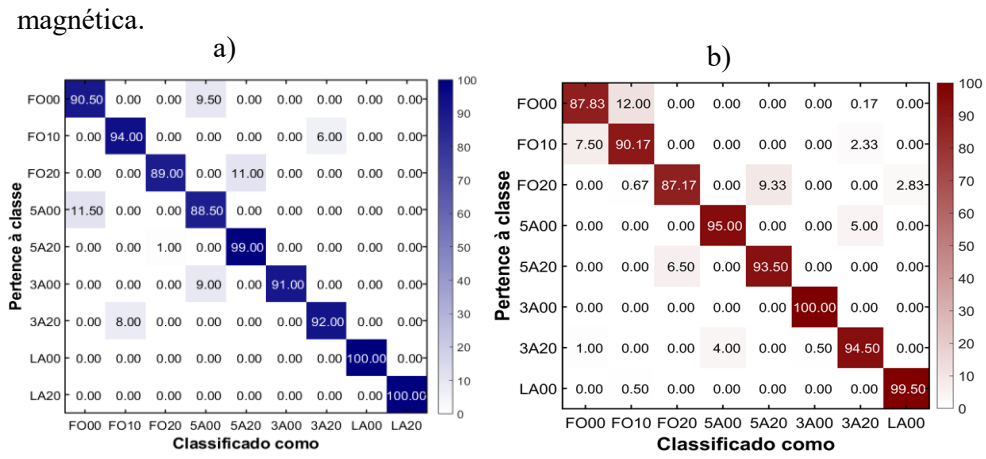


Tabela 2: Comparativo das taxas de acerto no conjunto de teste obtidas pelo classificador Quadrático quando alimentado com os dados dos ensaios de correntes parasitas e de loop de histerese após 100 rodadas.

Ensaio	Média	Mediana	Máxima	Mínima
Correntes parasitas	93,78%	94,44%	100,00%	77,78%
Loop de histerese	93,46%	93,75%	100,00%	83,33%

Conclusões

- Com base nos resultados obtidos, conclui-se que ambas as técnicas de ensaio não destrutivo apresentam elevado desempenho na classificação das condições avaliadas, com acurácias superiores a 87% por classe. No entanto, ao considerar os critérios de viabilidade e aplicação prática em rotinas de caracterização rápida, o ensaio de histerese magnética se destaca como a alternativa mais vantajosa. Isso se deve à sua menor complexidade operacional, que exige apenas um sensor de medição, contra as cinco sondas necessárias no ensaio de correntes parasitas, mantendo a mesma exatidão.

Agradecimentos

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CendE
CAPES