

### AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO EM FADIGA DE AMOSTRAS DE ARAME DE AÇO-CARBONO COM DEFEITOS PONTUAIS PRODUZIDOS POR ELETROEROSÃO

INGRASSIA A.; REGULY A.

#### INTRODUÇÃO

Dutos flexíveis de óleo e gás são utilizados na condução de fluidos nas unidades de produção marítimas e estão submetidos a condições severas no seu ambiente de uso. Eles são constituídos de diversas camadas de diferentes materiais, que desempenham funções específicas, sendo uma delas a armadura de tração, em aço-carbono, responsável por suportar elevadas cargas axiais. Quando submetidos a carregamentos dinâmicos, estruturas de aço podem sofrer um processo de degradação promovido pela flutuação de tensões que é conhecido como fadiga (DOWLING *et al.*, 2013). Portanto, é de grande importância a realização de estudos que avaliem fatores que influenciam significativamente a vida em fadiga destes produtos. Um fator que tem grande destaque são os defeitos pontuais presentes na armadura, denominados pites, que são grandes concentradores de tensão, e tornam essa região do material mais suscetível a falhas.

#### OBJETIVO

Avaliar o desempenho em fadiga de amostras de arames de aço-carbono utilizados na armadura de tração com pites produzidos por eletroerosão em comparação com a vida em fadiga de amostras íntegras.

#### METODOLOGIA

O presente trabalho foi realizado conforme figuras 1, 2 e 3.

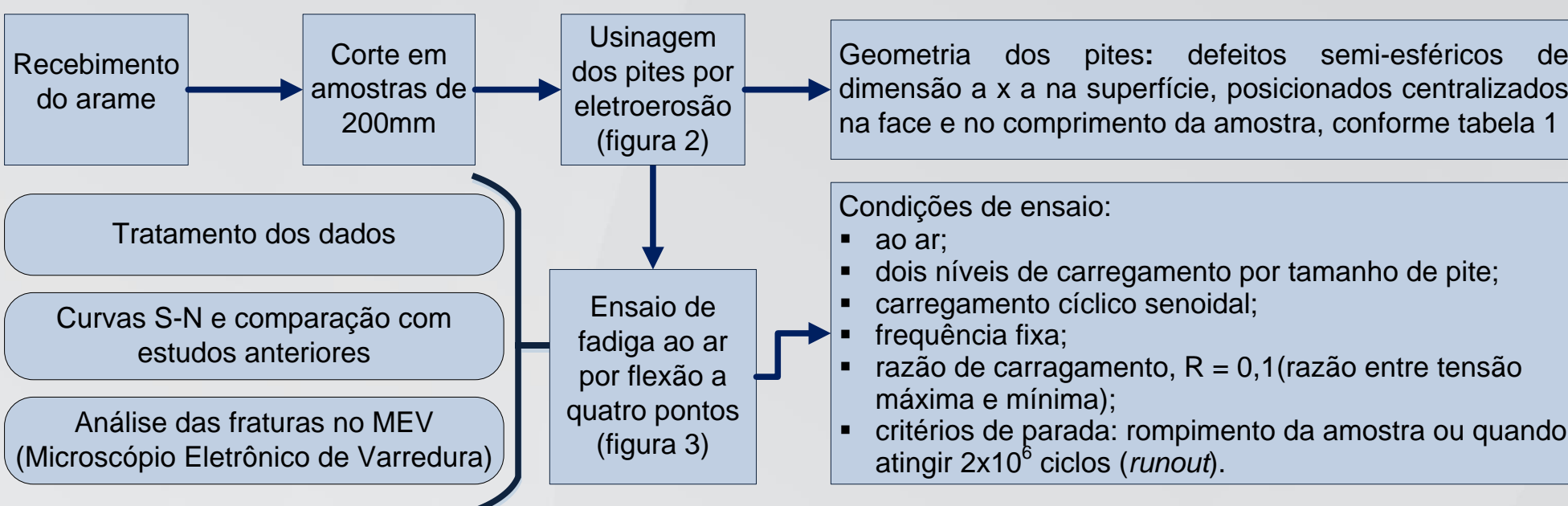


Figura 1: Etapas da metodologia

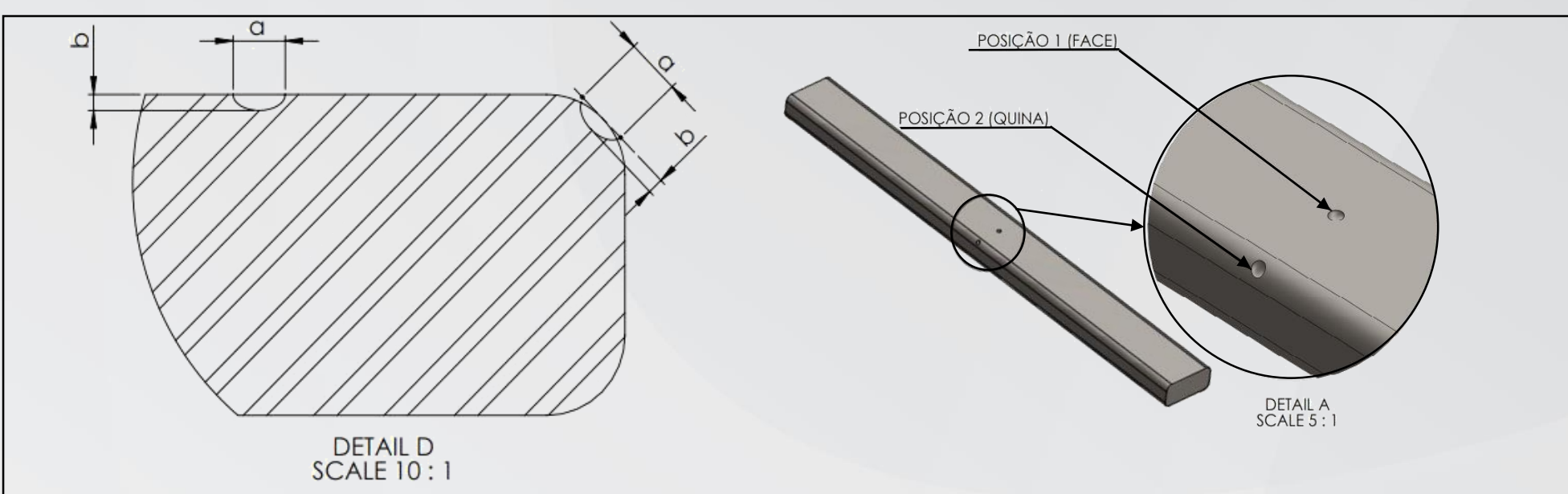


Figura 2: Geometria dos pites e posição destes nas amostras

Tabela 1: Dimensões do pite e identificação das amostras de acordo com geometria

Grupo	Largura a (µm)	Profundidade b (µm)	Identificação das Amostras
A	200	50	AX
B	200	220	BX

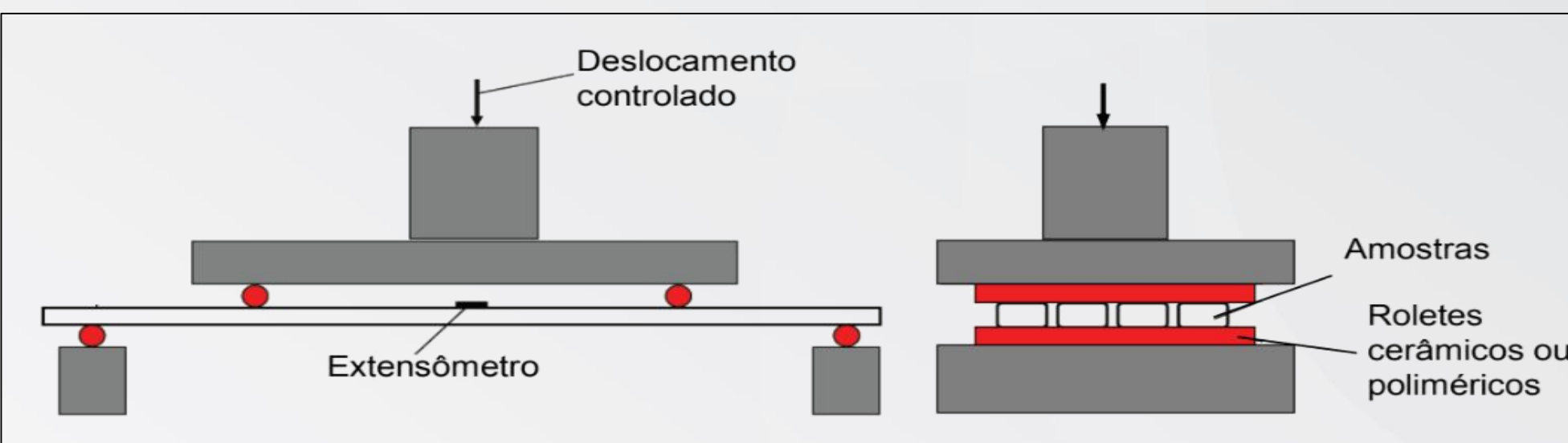


Figura 3: Ensaio de fadiga ao ar por flexão a quatro pontos, por DE NEGREIROS (2016)

#### RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na figura 4 apresenta-se a comparação das curvas S-N entre amostras sem e com pites de dimensões A e B. Para a curva de arames íntegros, utilizou-se os dados presentes na tese de doutorado de BORGES (2017), na qual os ensaios foram realizados sob as mesmas condições do presente trabalho. Observa-se pelo gráfico que houve uma redução da vida em fadiga dos arames com pites em relação aos arames íntegros pois houve a redução no número de ciclos.

Esse resultado corrobora com a tese mencionada acima, e também com a tese de mestrado de DE NEGREIROS (2016), nas quais se evidenciam os pites como concentradores de tensão e nucleadores de trincas que podem se propagar levando à falha do material em fadiga; Além disso, nota-se que o pite B teve um pior resultado, pois seu efeito de concentração é maior. Por ser uma comparação exploratória, há uma maior dispersão dos dados, principalmente na geometria B na qual há apenas um ponto na curva para o nível mais baixo aplicado (ponto verde no gráfico), portanto, não pode ser desconsiderado mesmo estando disperso no gráfico. Como solução para alcançar o objetivo proposto utilizou-se o mesmo valor da inclinação (m) obtido na curva SN do pite A para fins de comparação, visto que as condições de ensaio foram as mesmas para todas as amostras.

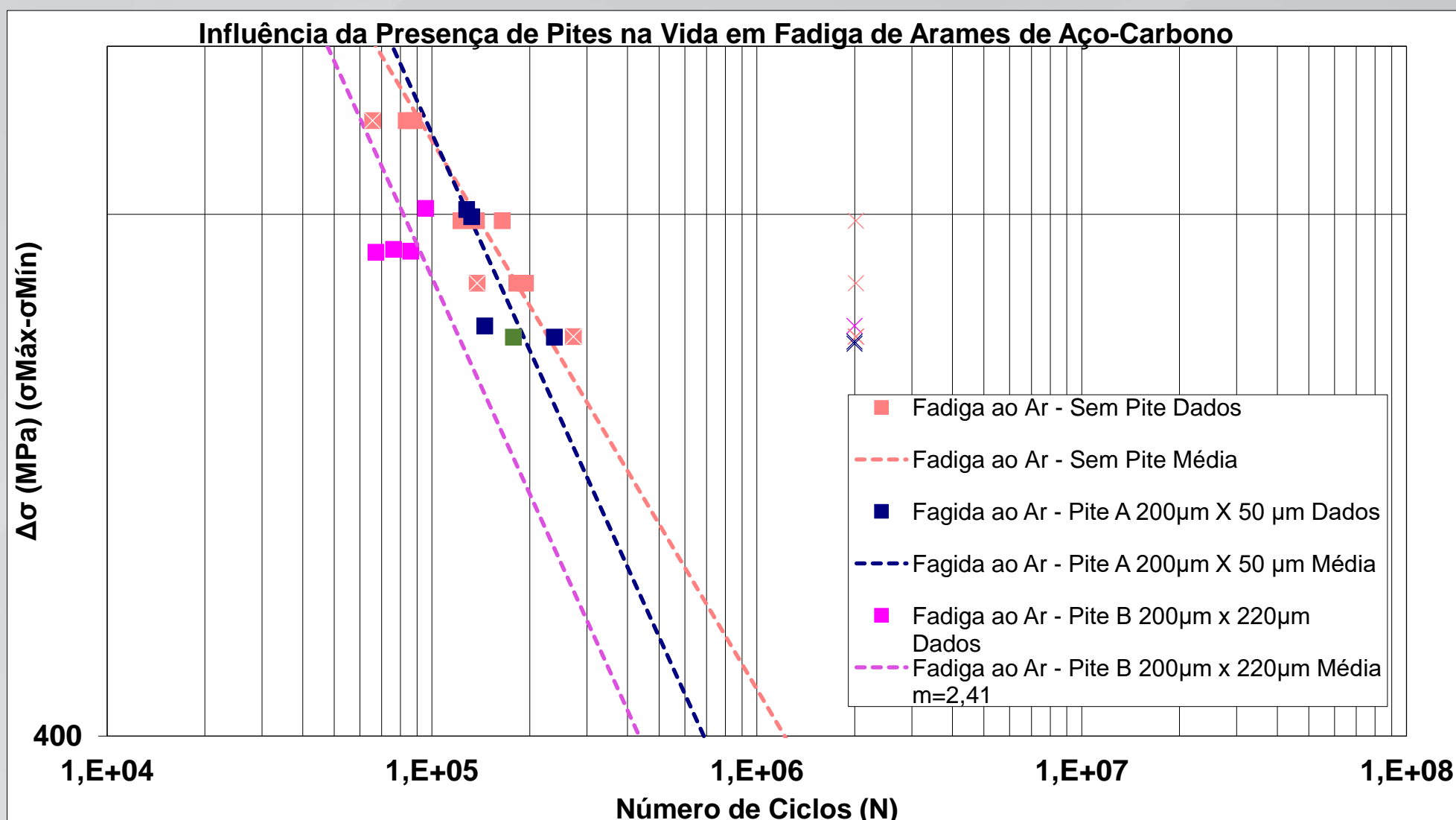


Figura 4: Curvas S-N de arames sem e com pites

Nenhum arame do grupo A rompeu no pite, ao contrário dos do grupo B, sendo uma possível explicação que o efeito da concentração gerada por este tamanho de defeito não foi suficiente para gerar trincas, além da possibilidade da existência de defeitos superficiais mais significativos decorrentes do seu processo de fabricação. A partir das análises feitas no MEV, confirmou-se que os arames romperam por fadiga, porém, não é possível fazer uma medida comparativa das áreas iniciais e finais devido ao fato de que a fratura não ocorreu no centro do pite, mas deslocada em relação ao seu eixo, conforme figura 5.

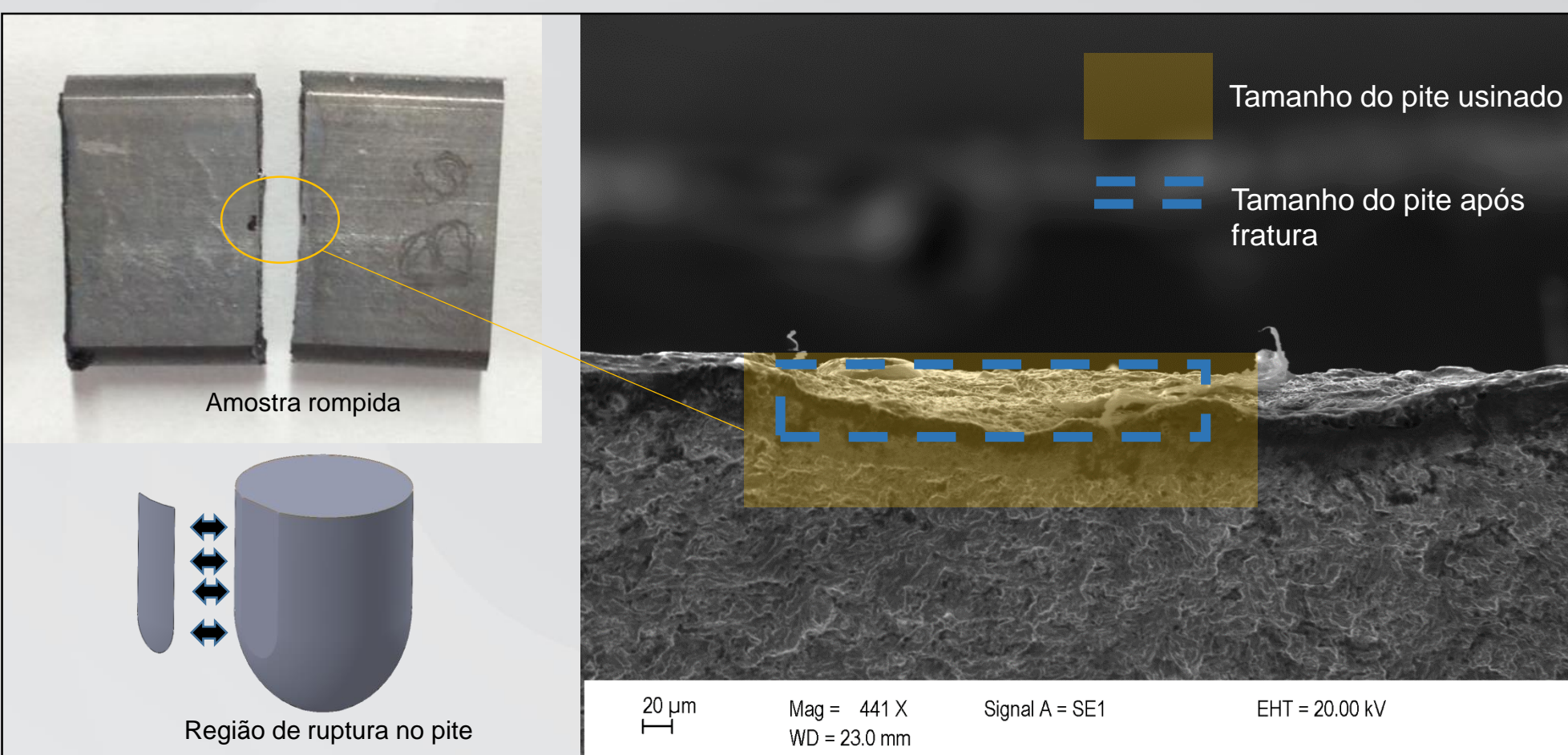


Figura 5: Região de ruptura da amostra B6 evidenciando fratura não centralizada no pite e sua análise no MEV

#### CONCLUSÕES

- Os arames romperam por fadiga;
- Os pites e suas dimensões influenciam diretamente no seu desempenho, conforme consta em literatura;
- Para trabalhos futuros será feita a realização de ensaios com outras geometrias de pite para uma análise com maior número de dados, além da medição por metalografia do tamanho dos pites para confirmar a convergência entre tamanho teórico usinado e tamanho real usinado.

#### REFERÊNCIAS

DOWLING, N.E.; SIVA PRASAD, K.; NARAYANASAMY, R. Mechanical behavior of materials: engineering methods for deformation, fracture, and fatigue. 4<sup>th</sup> ed., Boston, Pearson, 2013.  
BORGES, M. F.; Correlação Numérica-Experimental da Redução da Vida em Fadiga de Dutos Flexíveis Operando com Anular Alagado na Presença de CO<sub>2</sub>, Porto Alegre, 2017.  
DE NEGREIROS, L. A. S.; Avaliação da Resistência à Fadiga e Corrosão-Fadiga da Armadura de Tração de um Riser Flexível Retirado de Operação, Porto Alegre, 2016.