

Análise Analítico-Numérica: Cálculo e simulação de flexão a quatro pontos para determinação de fator de concentração de tensão em arames constituintes de linhas flexíveis da cadeia produtiva de Petróleo & Gás.

Halohan Celes Saraiva Cerqueira¹, Prof. Dr. Thomas Gabriel Rosauero Clarke²

¹ - Graduando em Engenharia de Produção - UFRGS

² - Professor Departamento de Metalurgia – UFRGS – Laboratório de Metalurgia Física – LAMEF/UFRGS

INTRODUÇÃO:

Risers Flexíveis são equipamentos críticos para as atividades *upstream* da cadeia produtiva de Petróleo & Gás, tratando-se de dutos empregados em sistemas de Produção e Exploração em águas profundas e ultra profundas. Tais dutos têm como finalidade primária conduzir os fluidos hidrocarbonetos produzidos pelos poços localizados no assoalho oceânico, para as unidades flutuantes de processamento e estocagem, sendo submetidos às condições extremas de operação. Durante a vida em serviço, estes dispositivos podem sofrer danos em suas capas poliméricas protetoras, expondo partes metálicas fundamentais para sua integridade estrutural à água do mar aerada, desencadeando um processo de corrosão localizada puntiforme, conhecido como *pits* de corrosão, descontinuidades que atuam como concentradores de tensão, reduzindo a vida útil em serviço do componente.



Figura 1: Risers em serviço, duto com capa polimérica danificada, pits de corrosão.

OBJETIVO:

O presente estudo tem como principal finalidade validar metodologia para análise de descontinuidades e averiguação de seus respectivos $K_{teórico}$ bem como estado de tensões, verificando comparativamente os valores analíticos e numéricos do fator de concentração de tensão ($K_{teórico}$) de diferentes geometrias de pits de corrosão.

METODOLOGIA:

Para isto, o objeto de estudo utilizado trata-se de uma seção de arame da camada de tração de Riser flexível, sendo representadas, neste objeto, variadas geometrias de *pits* de corrosão. Através de literaturas dedicadas a esta área de conhecimento, foram utilizados teoremas para o cálculo analítico de K_t , paralelamente elaborou-se um modelo numérico em elementos finitos, representando em ambiente CAE o dispositivo e condições de testes experimentais.

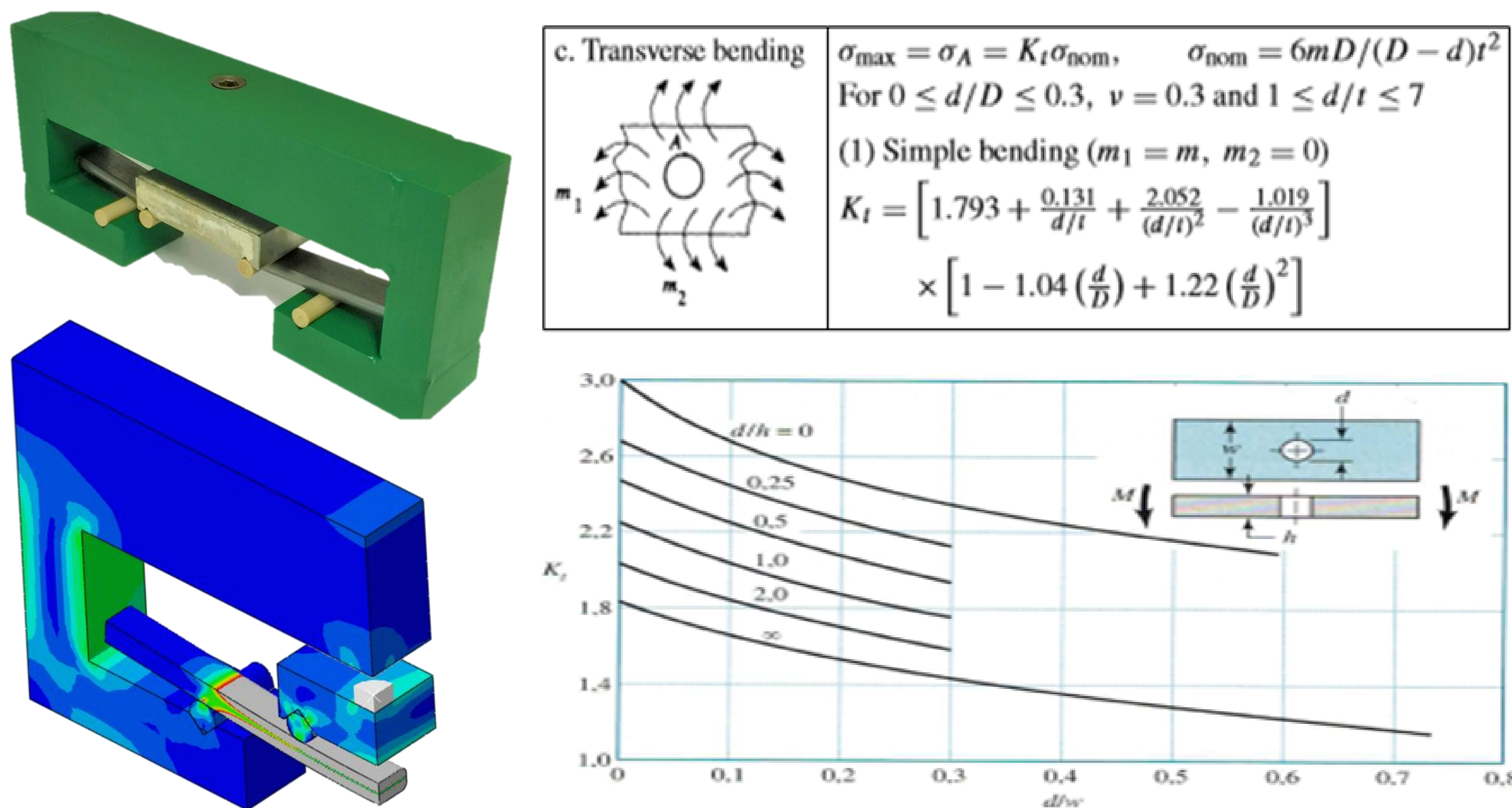


Figura 2: Aparato para teste experimental, modelo numérico e cálculo analítico.

RESULTADOS

Para obtenção dos resultados numéricos, foram executados testes de convergência de malha, analisando três diferentes refinamentos de elementos, com o objetivo de aprimorar a acurácia do resultado final, tais resultados foram confrontados com os valores de K_t analíticos previamente calculados para cada geometria de descontinuidade. O procedimento foi repetido para alcançar taxas de erro inferiores a 10%, considerando-se, assim, o modelo validado.

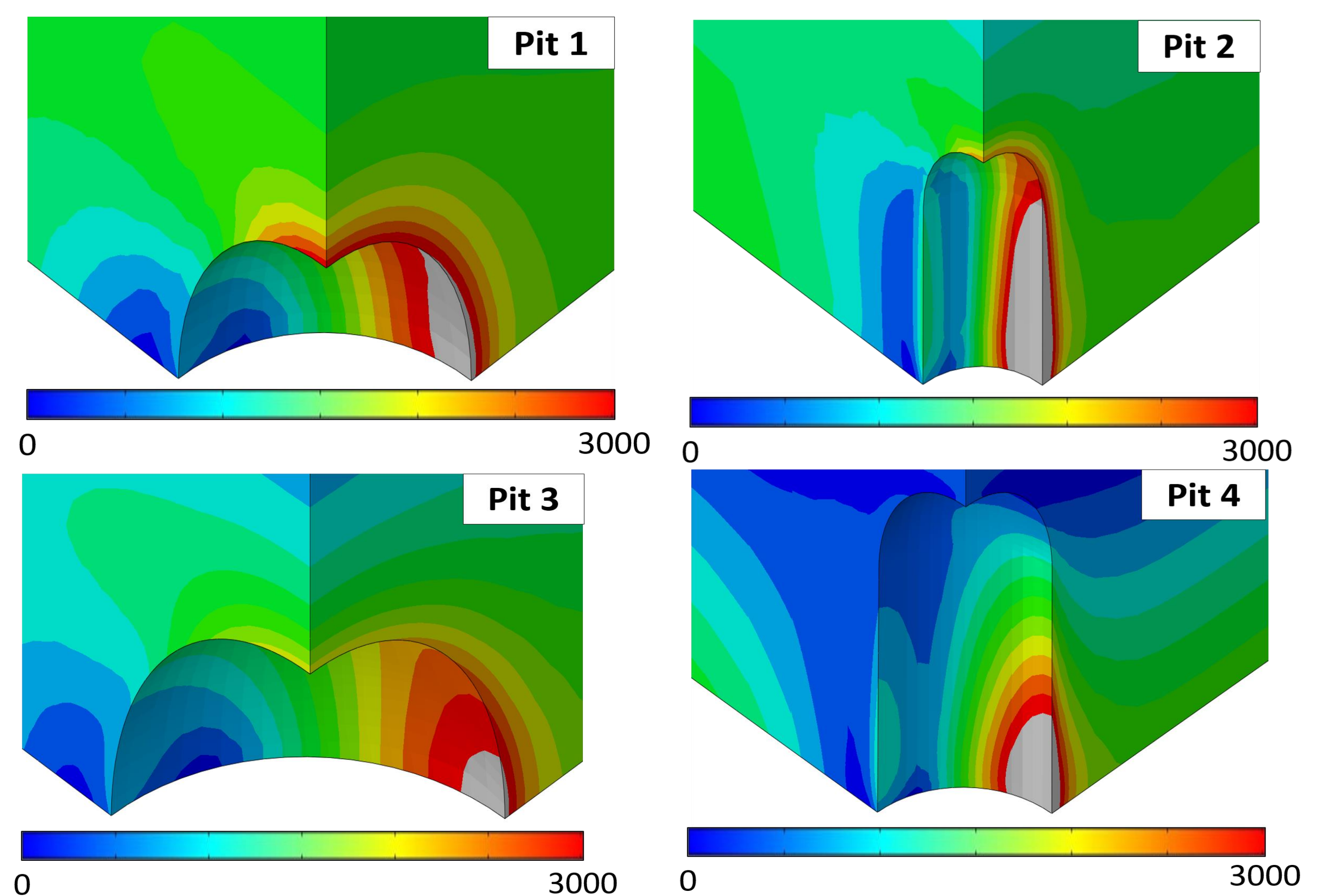
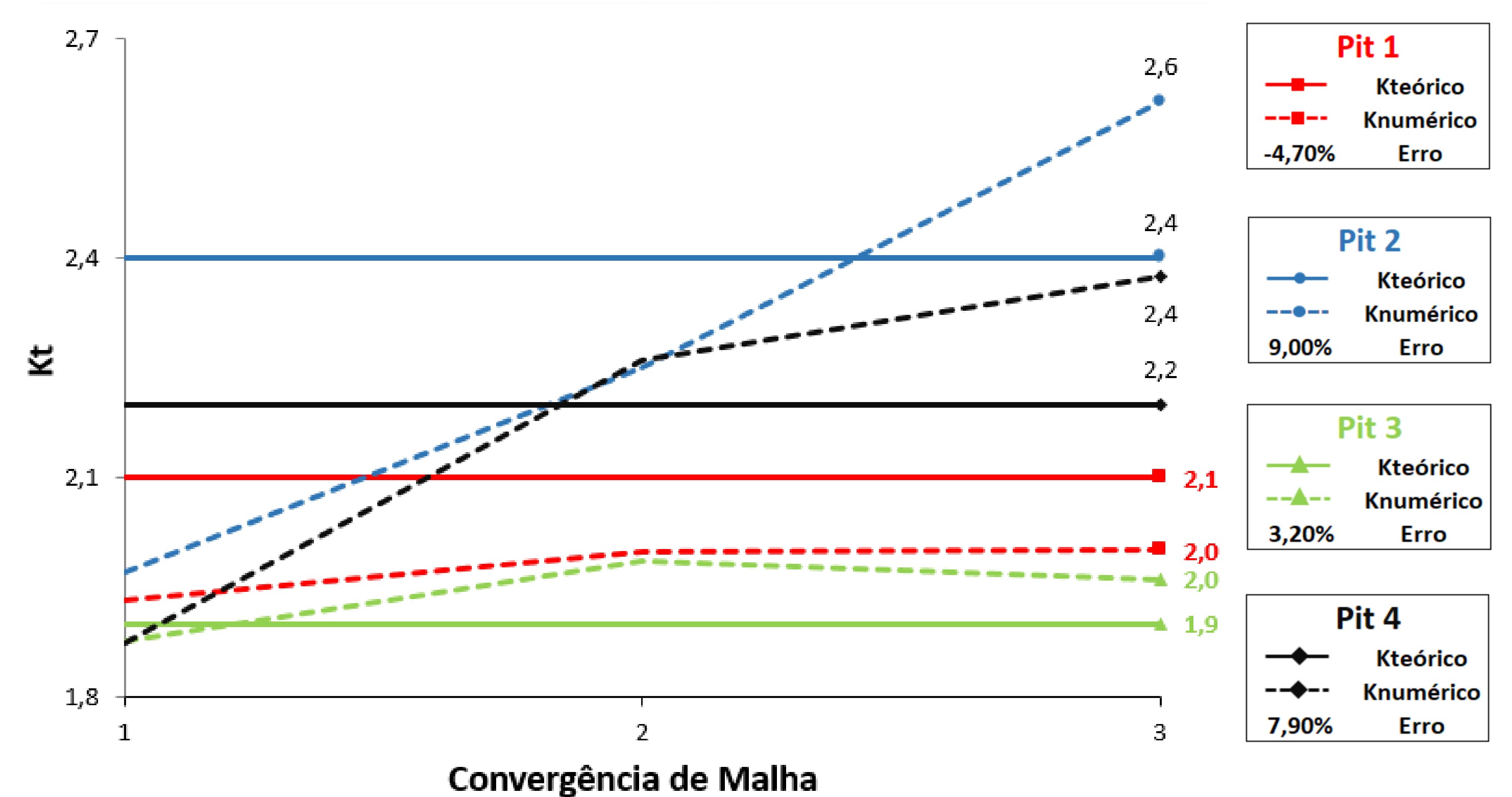


Figura 3: Resultados obtidos e estados de tensão.

CONCLUSÃO:

Comparando os valores dos fatores de concentração de tensão obtidos, bem como os estados de tensão para cada *pit* de corrosão, constatou-se que descontinuidades de diâmetro diminuto e mais profundas, resultam em concentradores mais elevados, potencializando a criticidade da presença deste mecanismos de corrosão em dutos em serviço. Em paralelo, a elaboração de um modelo numérico colabora para a investigação da influência de diferentes geometrias de descontinuidades na vida útil em serviço das estruturas estudadas, ressaltando a relevância da ferramentas de modelagem por elementos finitos no âmbito de projetos em engenharia.