

# 1

## Introdução

A falha de materiais de engenharia é quase sempre um evento indesejável por vários motivos: vidas humanas que são colocadas em perigo, perdas econômicas e a interferência na disponibilidade de produtos e serviços. Embora as causas de falha e o comportamento dos materiais possam ser conhecidos, a sua prevenção é uma condição difícil de ser garantida.[01]

A fratura de materiais usados em engenharia, principalmente materiais metálicos, tem sido estudada de forma exaustiva por muitos pesquisadores, tanto pela indústria privada, como por centros oficiais especializados em investigação. Esse esforço de investigação é particularmente intenso e até predominante na área de comportamento mecânico dos materiais, especialmente em aplicações em que o risco de fratura pode ser particularmente grave como é o caso da indústria de exploração e produção do petróleo.[02]

Os critérios de dimensionamento de materiais baseiam-se tradicionalmente na fixação de tensões admissíveis, estabelecidas com uma certa margem de segurança em relação ao limite de escoamento do material. Esta margem de segurança leva em consideração variáveis tais como condições de solicitação, temperatura de trabalho, meio ambiente, velocidade de deformação, estado metalúrgico, entre outros.

Nos projetos tradicionais de componentes mecânicos normalmente é previsto que a falha do material ocorra em situações onde as solicitações mecânicas ultrapassem o limite escoamento do material. No entanto, em muitos casos, o comportamento dos materiais não é o previsto por estes projetos. Há casos em que a falha dos materiais ocorre em tensões inferiores ao limite de escoamento. Nestes casos a confiabilidade fica comprometida, pois os ensaios tradicionais, tais como ensaio de tração, dureza e impacto (Charpy) não levam em conta que os materiais possuem defeitos e os dados fornecidos por estes ensaios não indicam o tamanho do defeito que pode ser tolerado ou a taxa segundo a qual uma trinca pode propagar-se.[02]

Atualmente, é um consenso entre os projetistas que o uso de materiais de alta resistência nem sempre resulta num comportamento satisfatório, pois como já foi

citada, a ruptura do material pode ocorrer a níveis de tensões inferiores aos previstos e de forma instável não sendo possível o seu controle. Há casos onde a opção por materiais que tenham uma resistência mecânica mais baixa, associada a uma grande absorção de energia antes da ruptura, ou seja, alta tenacidade à fratura, permite o maior controle da sua vida útil. Nestes casos é fundamental a realização de ensaios que permitam o conhecimento de parâmetros tais como o fator de intensidade de tensões (parâmetro K), o deslocamento da abertura da ponta da trinca (CTOD-Crack Tip Opening Displacement) e a integral J.

A maior parte das reservas de óleo e gás do Brasil está localizada no mar, em águas profundas (a mais de 400 metros) e ultraprofundas (a partir de 1.000 metros). O Brasil chega ao século XXI com a auto-suficiência na produção de petróleo chegando ao novo recorde mundial de operação em águas profundas produzindo a 1.877 metros de profundidade no Campo de Roncador.[03]

As unidades flutuantes de produção de petróleo são hoje de grande importância para o Brasil como também para muitos países produtores de petróleo no mundo. Os sistemas de ancoragem para unidades que produzem em águas ultraprofundas são compostos por trechos de amarras, cabos de aço e de poliéster, como apresentado na figura 1.1, os quais estão sujeitos a carregamentos severos resultantes de esforços ambientais tais como ondas, ventos e correntes marítimas.

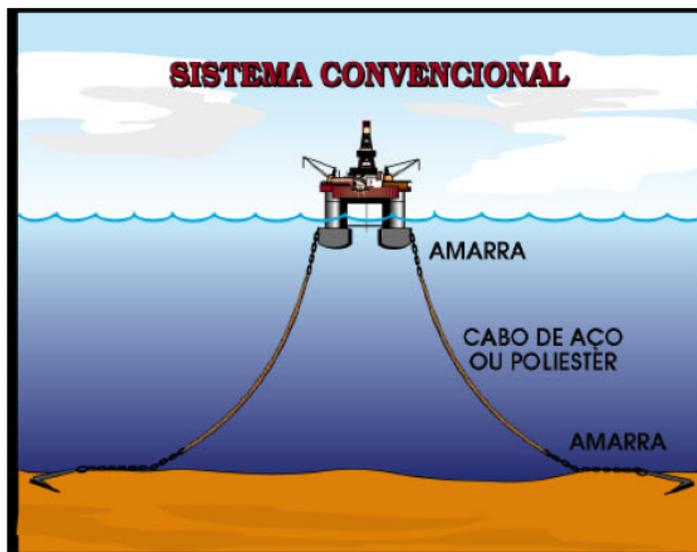


Figura 1.1- Desenho esquemático de um sistema de ancoragem convencional [04]

A produção de amarras para sistemas de ancoragem é feita a partir de barras de aços estruturais com secção circular que são usadas para confecção de elos que são soldados pelo processo de centelhamento. São inerentes ao processo de fabricação ciclos térmicos que associados à composição química determinam as características microestruturais dos elos e, conseqüentemente, suas propriedades mecânicas. A fim de melhorar estas propriedades empregam-se tratamentos térmicos que tem efeitos determinantes sobre a resistência à fratura destes componentes.

O conhecimento da influência das variações dos parâmetros dos tratamentos térmicos, nas propriedades finais das amarras é de suma importância. Este trabalho teve como objetivo otimizar tais parâmetros. Teve como metodologia para uma melhor combinação entre resistência mecânica e tenacidade, a correlação entre as variações das características microestruturas, causadas por estes parâmetros, e a resistência à fratura do aço estrutural R4 analisadas através da técnica de CTOD.

Neste trabalho seguiram-se as seguintes etapas: análise química do aço, retirada dos corpos de prova, estabelecimento e realização dos ciclos de tratamento térmicos, ensaios mecânicos, ensaios de fratura e caracterização microestrutural.

Numa primeira etapa foi variada a temperatura de austenitização, mantendo fixa a temperatura de revenido e os ensaios de CTOD determinaram a condição que apresentou a melhor tenacidade. Numa segunda etapa, fixou-se a temperatura de austenitização ótima determinada na etapa anterior e variou-se a temperatura de revenido, obtendo-se assim a melhor relação entre as temperaturas de austenitização e do revenido com a tenacidade.