

Análise fractográfica de rupturas nas armaduras de tração de um riser flexível

Lorena Loureiro Ladeira, Afonso Reguly

INTRODUÇÃO:

Devido ao alto grau de complexidade e importância de suas atividades, a indústria de petróleo e gás está constantemente em busca de melhorias nos seus equipamentos.



Para tal, se faz necessário que estes sejam concebidos visando a segurança e o máximo grau de confiabilidade. Dentre os equipamentos utilizados na produção de petróleo e gás em alto mar, os dutos flexíveis são estruturas fundamentais na realização dos processos de extração de petróleo e gás. Tais dutos são formados por camadas concêntricas não aderentes de materiais metálicos e poliméricos, conforme figura 1.

Figura 1: Camadas de um duto flexível. [adaptado de: Bai, Y., & Bai, Q., 2010, *Subsea Engineering Handbook*, Gulf Professional Publishing].

Esses dutos ficam suspensos e interligam os poços, no fundo do oceano, às unidades flutuantes de produção na superfície. Eles são submetidos a ensaios em laboratório para a avaliação da sua integridade. Diversos ensaios são realizados no Laboratório de Metalurgia Física, LAMEF, na UFRGS. Um dos principais ensaios mecânicos realizados no LAMEF e o que foi utilizado neste trabalho é o de fadiga do tipo T-T (tração – tração).



Figura 2: a) Modelo de bancada utilizada no ensaio de fadiga do tipo T-T. b) Fraturas nas armaduras de tração

METODOLOGIA:

No ensaio do presente trabalho foi utilizada uma amostra de duto flexível, ele foi inserido numa bancada de ensaio com atuador hidráulico, onde foi realizado o ensaio de fadiga do tipo T-T (tração – tração), com carga variando por blocos de carregamento, conforme tabela 1, além disso, a amostra foi alagada com água do mar sintética saturada com CO₂, e foi aplicada uma pressão interna média de 350 bar. Esses procedimentos foram realizados para simular uma condição de operação em campo. A finalização do ensaio ocorreu após o rompimento de 14 armaduras. Foi realizada a análise fractográfica das fraturas através de obtenção de imagens por Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV). Realizou-se medidas de profundidade relativas aos pites para cada amostra e posterior comparação com medidas de outros autores.

CONTROLE DE EVENTOS INDICATIVOS DE RUPTURA

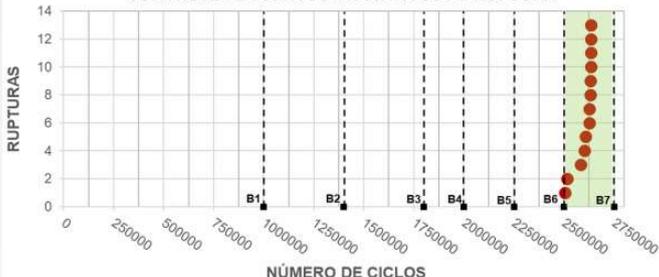


Tabela 1: Indicativos de ruptura em relação ao número de ciclos e ao bloco de carregamento. (adaptado de Favaro(2017)¹).

OBJETIVO:

O objetivo do presente trabalho é realizar a análise das faces das fraturas do ensaio para a avaliação do mecanismo de falha que levou a ruptura das armaduras de tração bem como a determinação do ponto de início das fraturas e a ordem de rompimento.

RESULTADOS

Através de análise da superfície de fratura, com o uso de MEV, foi possível identificar que nas rupturas analisadas as trincas tiveram início a partir de pites ou linhas de corrosão e o mecanismo de fadiga foi o responsável pela falha, conforme figura 3.

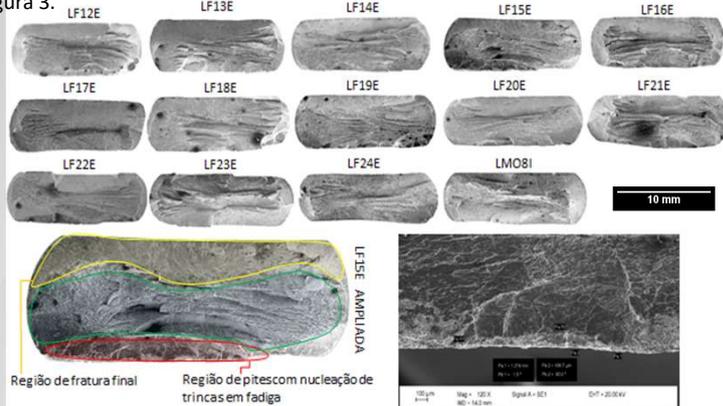


Figura 3 – Imagem das fraturas obtidas através de MEV.

Foram realizadas medidas de profundidade máxima de pites para cada ruptura e uma comparação com as medidas da tese de doutorado de Favaro (2017)¹, de acordo com a gráfico 1.

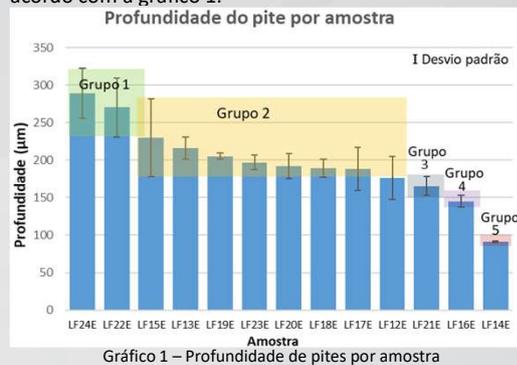


Gráfico 1 – Profundidade de pites por amostra

O desvio padrão é maior do que a diferença entre algumas das medidas, portanto, no lugar de caracterizar os pites por sequência de ruptura, decidiu-se apresentar por grupos de ruptura, conforme gráfico 1.

CONCLUSÃO

Através da comparação do valor relativo a profundidade de pite médio com os valores apresentados pelos autores Favaro (2017)¹ e Sulino (2016)² concluiu-se que o resultado obtido é coerente. Apesar dos valores das medidas de desvio padrão total serem próximos, os valores das medições individuais por amostras são diferentes. Isso ocorre pois as medidas não são precisas e podem variar de acordo com o observador das medições. O desvio padrão é maior do que a diferença entre algumas das medidas, portanto, no lugar de caracterizar os pites por sequência de ruptura, decidiu-se apresentar por grupos de ruptura. Concluiu-se que essa metodologia não é a ideal para representar a ordem de rompimento dos arames de tração, deste modo, sugere-se para trabalhos futuros a análise da área de seção transversal da região de fratura final.

Referências bibliográficas: ¹Favaro Borges, Marcelo CORRELAÇÃO NUMÉRICA-EXPERIMENTAL DA REDUÇÃO DA VIDA EM FADIGA DE DUTOS FLEXÍVEIS OPERANDO COM ANULAR ALAGADO NA PRESENÇA DE CO₂ 2017. ² Sulino de Negreiros, Luiz Antonio AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA À FADIGA E CORROSÃO/FADIGA DA ARMADURA DE TRACÇÃO DE UM RISER FLEXÍVEL RETIRADO DE OPERAÇÃO - 2016.