

# INFLUÊNCIA DO TRATAMENTO TÉRMICO NA RESISTÊNCIA MECÂNICA DE UM AÇO ESTRUTURAL COM APLICAÇÕES *OFFSHORE*

**Aluno: Bernardo Soares Engelke**  
**Orientador: Marcos Venicius Soares Pereira**

## Introdução

A exploração de petróleo no mar é responsável por porcentagens cada vez maiores e crescentes da produção mundial desta riqueza. O grande potencial exploratório em águas profundas leva as empresas do setor do petróleo a buscarem o conhecimento tecnológico necessário para viabilizar a exploração e produção em alto mar. Paralelamente à busca de novas tecnologias de exploração e produção, a diminuição do risco de falha estrutural em unidades de do tipo *offshore* é considerada como uma tecnologia chave do sucesso da exploração.

Quando da fabricação de componentes mecânicos e estruturais utilizando-se processos de soldagem, os ciclos térmicos durante tais processos, associados à composição química do material e geometria do componente, são os responsáveis pelas características metalúrgicas da junta soldada e, conseqüentemente, definem a resistência à fratura do próprio componente. Com o intuito de aumentar a integridade estrutural e confiabilidade da junta soldada, empregam-se tratamentos térmicos pós-soldagem. Desta maneira, a determinação e o controle adequados dos parâmetros na etapa de tratamento térmico são tão relevantes quanto os parâmetros adotados na soldagem das próprias juntas [1].

## Objetivo

Determinar a influência de tratamentos térmicos pós-soldagem no desempenho mecânico do aço estrutural grau 4 adotado na fabricação de componentes para sistemas de ancoragem de unidades flutuantes do tipo *offshore*. Caracterizar as propriedades mecânicas e de fratura do material após tratamentos térmicos com diferentes parâmetros.

## Metodologia

A Tabela 1 apresenta a composição química característica do material selecionado para esta pesquisa, um aço estrutural do tipo grau 4 adotado na fabricação de amarras para sistemas de ancoragem de unidades flutuantes *offshore* [1].

Tabela 1 - Composição Química do Material (%)

C	Mn	Cr	Ni	Mo	V	Ti
0,22	1,0	1,1	0,6	0,3	0,07	0,01

Barras circulares com diâmetro de 95 mm foram austenitizadas na temperatura de 920°C durante 60 minutos e resfriadas em água [1], sendo, posteriormente, submetidas ao tratamento de revenido nas temperaturas de 650, 660, 670, 680, 690 e 700°C durante 60 minutos.

Corpos de prova de tração foram usinados a partir das barras [1] e ensaiados na temperatura ambiente. A Tabela 2 apresenta o valor médio do limite de escoamento (LE), limite de resistência mecânica (LR), deformação na fratura (ε) e redução de área (RA) do material após os diferentes tratamentos de revenido. Foram ensaiados três corpos de prova para cada condição de revenido e o respectivo desvio padrão é apresentado entre parênteses.

Temperatura de Revenido (°C)	LE (MPa)	LR (MPa)	e (%)	RA (%)
650	934 (1)	1058 (9)	18,8 (0,1)	72 (0,5)
660	900 (25)	1033 (4)	19 (0,2)	72 (0,4)
670	893 (23)	1031 (7)	19,2 (0,3)	72,3 (0,2)
680	868,7 (9)	981 (2,6)	19,4 (0,2)	73,1 (0,8)
690	837 (3)	920 (8)	19,8 (0,1)	73,1 (0,3)
700	780 (22)	899 (3)	20,5 (0,4)	73,2 (0,4)

A análise da Tabela 2 permite constatar que houve uma redução progressiva do limite de escoamento e do limite de resistência mecânica, aproximadamente 20% em ambos os casos, do aço estrutural R4 com o aumento da temperatura de revenido. Por outro lado, o aumento da temperatura de revenido promoveu um aumento da ductilidade do material, característica esta mais claramente evidenciada na deformação apresentada pelo material no momento fratura do corpo de provas.

Variações inversas da resistência e ductilidade do material com o aumento da resistência mecânica já deverias ser esperadas [2], estando de acordo com as características de modificações microestruturais que são desenvolvidas no revenido. Este tratamento tem como objetivo devolver ao material sua ductilidade após o tratamento de têmpera e, conseqüentemente, provoca uma redução na dureza do mesmo, que se reflete na diminuição de sua resistência.

### Conclusões

A pesquisa permitiu determinar a influência da temperatura de revenido nas propriedades mecânicas de um aço estrutural com aplicações em sistemas de ancoragem de unidades offshore de produção de petróleo. As propriedades mecânicas do material foram modificadas pelo aumento progressivo da temperatura de revenido. Os limites de escoamento e de resistência mecânica do material sofreram uma diminuição de aproximadamente 20%, enquanto que a ductilidade do material foi aumentada.

### Referências

- 1- PIMENTA, J. M. P. **Modificações na resistência à fratura do aço estrutural R4**. Rio de Janeiro. 112p. Dissertação de Mestrado – Departamento de Ciência dos Materiais e Metalurgia, PUC-Rio.
- 2- CALLISTER, W. D., **Ciência e engenharia de materiais: uma introdução**. 5. ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 2002. 218p.