

Resumo da Dissertação apresentada à COPPE/UFRJ como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Mestre em Ciências (M.Sc.)

## ESTUDO DA DIFUSIBILIDADE E SOLUBILIDADE DO HIDROGÊNIO NO AÇO INOXIDÁVEL BIFÁSICO MARTENSÍTICO-FERRÍTICO

Beatriz Akel Filgueiras

Março/2019

Orientador: Dilson Silva dos Santos

Programa: Engenharia Metalúrgica e de Materiais

O desenvolvimento da indústria de petróleo e gás gera a necessidade da utilização de materiais capazes de atuar em ambientes severos, com baixo pH, presença de cloretos, pressão de  $H_2S$  e hidrogênio protônico, para isso precisam ser resistentes à corrosão e à fragilização pelo hidrogênio. O aço inoxidável bifásico martensítico-ferrítico foi desenvolvido a partir do aço supermartensítico, com maior adição de cromo (14Cr), originando ilhas de ferrita delta dispostas na matriz martensítica, que garantem maior resistência à corrosão.

A motivação do estudo foi a questão da heterogeneidade da microestrutura bifásica, pois ela é difícil de ser avaliada criteriosamente em amostras finas, tendo em vista que estas podem ser pouco representativas. Por esta razão, o presente trabalho tem como objetivo estudar a “arquitetura da liga”, considerando a fração de área e a morfologia da ferrita delta na matriz martensítica e correlacioná-la com a difusividade e a solubilidade do hidrogênio no aço. Para atender estes objetivos, foi realizada análise microestrutural por MEV e MO e testes de hidrogenação a temperatura programada e de permeação eletroquímica de hidrogênio. Os testes eletroquímicos foram realizados em amostras finas de cerca de 0,5 mm, em temperatura ambiente.

A metodologia consistiu na obtenção da fração de área de ferrita na microestrutura das amostras, a partir das micrografias com o auxílio do software Imagem J. O ensaio de dessorção a temperatura programada revelou os aprisionadores presentes na amostra, que podem bloquear a difusão do hidrogênio. Os testes de permeação eletroquímica em amostras com diferentes quantidades de ferrita, revelaram a influência desta fase na aceleração da difusão de hidrogênio na microestrutura bifásica. Com base na comparação dos valores teóricos com os valores obtidos nos testes, chegou-se à conclusão de como a quantidade e distribuição da ferrita afetam os resultados obtidos para os parâmetros do aço.

Abstract of Dissertation presented to COPPE/UFRJ as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science (M.Sc.)

ESTUDY OF HYDROGEN DIFFUSIBILITY AND SOLUBILITY IN FERRITIC-  
MARTENSITIC STAINLESS STEEL

Beatriz Akel Filgueiras

March/2019

Advisor: Dilson Silva dos Santos

Department: Metallurgical and Materials Engineering

The development of the oil and gas industry demands materials capable of performing in sour environments with low pH, presence of chlorides, pressure of H<sub>2</sub>S and protonic hydrogen. They must be resistant to corrosion and embrittlement by hydrogen. The ferritic-martensitic stainless steel was developed from the supermartensitic steel, with addition of chromium (14 Cr), resulting in islands of delta ferrite arranged in the martensitic matrix, which provides greater resistance to corrosion.

This work investigates the heterogeneity of the biphasic microstructure. It presents difficulty to be evaluated in fine samples, considering that these may be less representative. For this reason, the present work aims to study the "alloy architecture" - considering the % of the area and the morphology of the delta ferrite in the martensitic matrix - to correlate it with the diffusivity and the solubility of the hydrogen in steel. To achieve these objectives, a microstructural analysis was performed by SEM and OM; tests of Thermal Desorption Spectroscopy and hydrogen electrochemical permeation were also conducted. The electrochemical tests were performed on fine samples of about 0.5 mm at room temperature.

The methodology consisted in obtaining the % of the ferrite area in the microstructure of the samples, from the micrographs with the aid of Image J. The TDS indicate the trap sites present in the sample, which could interfere in the diffusion of the hydrogen. The electrochemical permeation tests in samples with different amounts of ferrite revealed the influence of this phase on the acceleration of the diffusion of hydrogen in the biphasic microstructure. Based on the comparison of the theoretical values with the values obtained in the tests, it was discussed how the amount and distribution of the ferrite affect the results obtained for the steel parameters.