

## **Análise de falha em parafuso prisioneiro 5/8” - 11 UNC, ASTM-A193 B8M CL.2**

Santos, R.C.S. (1) Badaró, J.P (2); Silva, A.S. (3); Reis, R.C.S. (4); Griza, S.(5);  
(1) *Graduando em Engenharia de Materiais, Departamento de Ciência e Engenharia de Materiais (DECEM), Universidade Federal de Sergipe (UFS), São Cristóvão, SE, Brasil.*  
(2) *Graduando em Engenharia de Materiais, Departamento de Ciência e Engenharia de Materiais (DECEM), Universidade Federal de Sergipe (UFS), São Cristóvão, SE, Brasil.*  
(3) *Eng. de Segurança do Trabalho, Eng. de Materiais, graduado pela Universidade Federal de Sergipe (UFS), Mestrando em Ciência e Engenharia de Materiais pela Universidade Federal de Sergipe (UFS) Departamento de Ciência e Engenharia de Materiais (DECEM), Universidade Federal de Sergipe (UFS), São Cristóvão, SE, Brasil.*  
(4) *Graduando em Engenharia de Materiais, Departamento de Ciência e Engenharia de Materiais (DECEM), Universidade Federal de Sergipe (UFS), São Cristóvão, SE, Brasil.*  
(5) *Doutor em Eng. de Minas, Metalúrgica e de Materiais pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) e professor adjunto da Universidade Federal de Sergipe (UFS), Departamento de Ciência e Engenharia de Materiais (DECEM), Universidade Federal de Sergipe (UFS), São Cristóvão, SE, Brasil.*

Renan\_celestino@outlook.com

### **Resumo**

No presente estudo foi analisado a falha de parafusos prisioneiros de um filtro de sistema de selagem de compressor de baixa pressão de uma empresa de petróleo o qual romperam durante o serviço. Parafuso prisioneiro são elementos de fixação, empregados na união não permanente de peças. Na análise de falhas foram realizadas análise química, análise macroscópica, análise de microscopia eletrônica de varredura e metalografia. Os resultados demonstraram que o parafuso rompeu por corrosão sob tensão (CST), observado pela presença de trincas ramificadas na microestrutura e pelo aspecto de fratura. Na análise microestrutural foi verificada a presença de inclusões de sulfeto de manganês alinhadas. Na análise química foi observado que o teor de molibdênio está abaixo do especificado. Foram feitas algumas recomendações visando uma maior resistência a CST.

**PALAVRAS CHAVE:** Análise de falhas, parafuso, fadiga, metalografia

### **1 – Introdução**

Dentre os vários tipos de uniões usadas na indústria, a fixação através de parafusos é indubitavelmente uma das mais empregadas, devido a algumas vantagens, tais como: facilidade e rapidez de montagem e desmontagem, baixo custo e capacidade de suportar cargas longitudinais e transversais [1,3].

Alguns casos de falhas em parafusos são encontrados na literatura [1,2,3,4]. As falhas mais comuns que ocorrem em parafusos são sobrecargas, fadiga, corrosão e fragilização [3]. A fadiga responde por 85% destes casos de falhas num projeto incorreto de junta parafusada [1]. No entanto, em alguns casos onde o parafuso está submetido a ambiente agressivo e seja fabricado a partir de liga susceptível, o parafuso pode também falhar devido a processo incentivado por corrosão, como nos casos de corrosão sob tensão ou corrosão fadiga.

Este estudo tem como objetivo analisar as causas que levaram a falha de parafuso prisioneiro do filtro do sistema de selagem de compressor de baixa pressão utilizado em plataforma de petróleo, que rompeu durante o serviço.

## **2- Materiais e métodos**

A análise química foi feita por espectrometria de emissão ótica (Foundry Master Expert, Oxford Instruments) através de três queimas em uma amostra devidamente preparada do parafuso rompido.

Foram obtidas imagens macroscópicas da superfície da fratura, através de câmera fotográfica (Canon 1000D) e microscópio estereoscópico (Zeiss Stemi 2000). (Figura 1)

Foi realizada a análise da superfície de fratura também através de microscópio eletrônico de varredura (MEV Jeol Carry Scope 5700). Para essa análise a superfície de fratura foi atacada com reagente de Clarke (500 mL de ácido clorídrico, 10 g de trióxido de antimônio e 25 g de cloreto estano) para limpeza dos produtos de corrosão.

Uma amostra metalográfica foi preparada a partir da seção longitudinal do parafuso, no plano de simetria, para observar aspectos metalográficos junto a fratura.

As amostras foram preparadas de acordo com procedimento padrão de lixamento e polimento e foram atacadas com reativo de Água Régia (75% HCl e 25% HNO<sub>3</sub>). As imagens foram obtidas através de microscópio óptico (Zeiss Axioscope A1).



Figura 1: Superfície da fratura apresentando aspecto fibroso e tonalidade indicativa de corrosão

### 3. Resultados

#### 3.1 Análise de fratura

A superfície de fratura do parafuso apresenta aspecto fibroso e tonalidade escura típica de corrosão (Figura 1). A análise em maior ampliação do parafuso analisado mostrou grande quantidade de produtos de corrosão aderidos à superfície. Em poucas regiões onde o metal foi exposto após limpeza com Clarke, foi possível verificar a presença de aspecto de fratura frágil transgranular e estrias de propagação da trinca (Figura 2).

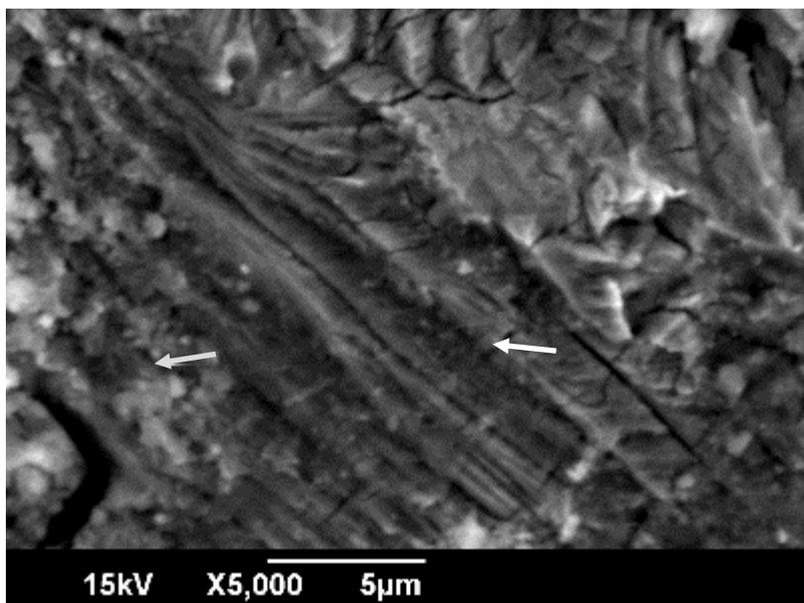


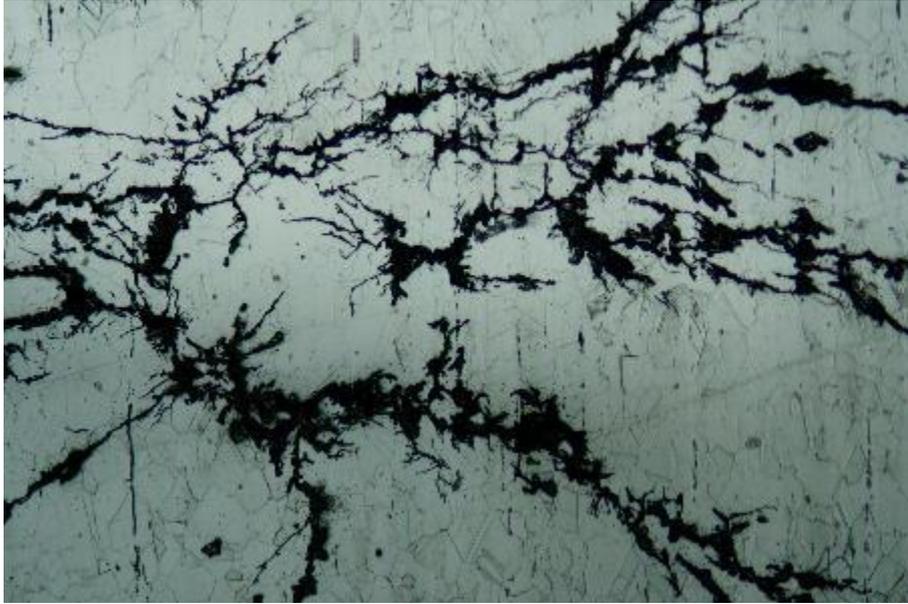
Figura 2: Estrias de propagação vistas na superfície da trinca transgranular. A seta branca indica estria de propagação sobre planos de fratura transgranular frágil. A seta cinza indica produto de corrosão aderido

### 3.2 Microestrutura e análise química

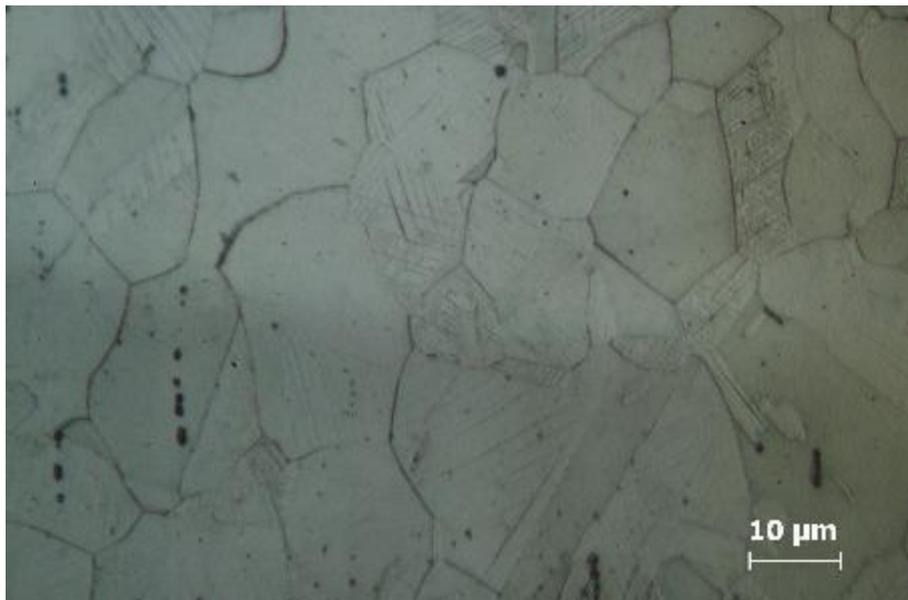
A macrografia da seção longitudinal do parafuso mostrou trincas secundárias ramificadas partindo da superfície em direção de propagação para o centro do parafuso (Figura 3). Este aspecto é típico de corrosão sob tensão de aços inoxidáveis. As trincas secundárias ramificadas também foram vistas na análise microestrutural em maior ampliação (Figura 4). A microestrutura da liga é austenítica com algumas inclusões de sulfeto de manganês (MnS) alinhadas (Figura 5). A análise química está apresentada na Tabela 1. O aço apresentou teor de molibdênio um pouco abaixo da classificação de aço inoxidável austenítico AISI 316.



**Figura 3:** Seção longitudinal do parafuso apresentando a fratura e trincas secundárias ramificadas típicas de corrosão sob tensão



**Figura 4:** Trincas secundárias ramificadas de corrosão sob tensão em matriz de austenita. Observam-se inclusões de sulfeto de manganês (MnS) alinhadas.



**Figura 5:** Microestrutura austenítica com algumas inclusões alinhadas e maclas de deformação.

**Tabela 1:** Composição química do aço (% em peso).

Elemento	C	Si	Mn	Ni	Cr	Mo	S	P
Amostra analisada	0,05	0,71	1,43	10,3	16,3	1,97	0,026	0,033
ASTM A193	0,08	1,00	2,00	10,0	16,0	2,0	0,030	0,045
B8M CLASS 2	(max)	(max)	(max)	14,0	18,0	3,0	(max)	(max)

#### 4 - Conclusão

O parafuso rompeu por corrosão sob tensão (CST). As evidências deste mecanismo de falha são a presença das trincas ramificadas na microestrutura e o aspecto de fratura. A especificação da liga para a fabricação do parafuso é equivalente ao aço inoxidável AISI 316. Na análise química foi observado que o teor de molibdênio está abaixo do especificado. A especificação mínima é 2% e o encontrado foi 1,97%. O acréscimo de molibdênio melhora a resistência a formação de pites nas ligas de aço inoxidável austenítico e portanto, melhora a resistência ao início da corrosão sob tensão.

Na análise microestrutural foi verificada a presença de inclusões de sulfeto de manganês alinhadas. Segundas fases e inclusões devem ser evitadas em ligas de aço inoxidável austenítico sujeitas a processos corrosivos, pois tais heterogeneidades microestruturais favorecem o início de processos corrosivos devido a pilha galvânica.

#### 5 - Referências Bibliográficas

- [1]. Buda, J., 1994. Why Bolts Fail, Machine Design, Edited by Stephane Muraski Johnson.
- [2]. PIZZIO, E., 2005, Avaliação da vida em fadiga de uniões parafusadas- Estudo de caso. Dissertação de M.Sc., UFRGS, Porto Alegre. RS Brasil.
- [3]. Shigley J E.; Mischke C. R. e Budynas R.G., "Projeto de Engenharia Mecânica". 7ª edição. Porto Alegre, Bookman, 2005
- [4]. Silva, M.E.G.; Efeito da Rigidez da união no limite de fadiga de juntas parafusadas, Dissertação de M.Sc., UFS, São Cristóvão SE Brasil

## **Failure Analysis on stud 5/8" - 11 UNC, ASTM-A193 B8M CL.2**

### **ABSTRACT**

The present study analyzed the failure of prisoners from a low compressor sealing system filter pressure bolts of an oil company which broke during the service. Stud are fasteners, used in the non-permanent connection pieces. In failure analysis were carried out chemical analysis, macroscopic analysis, analysis of scanning electron microscopy and metallography. The results showed that the bolt broke corrosion under tension (CST), observed by the presence of branching cracks in the microstructure and the fracture appearance. In Microstructural analysis has verified the presence of aligned manganese sulfide inclusions. In the chemical analysis showed that the molybdenum content is below a specified level. We made some recommendations for greater resistance to CST.

**KEY WORDS:** failure analysis, bolt, fatigue, metallography