

# ANÁLISE DE FALHA EM CUBO DE RODA DE UMA AERONAVE LEARJET<sup>(1)</sup>

*Nicélio José Lourenço<sup>(2)</sup>  
Olivério Moreira de M. Silva<sup>(3)</sup>  
Mario Lima de Alencastro Graça<sup>(4)</sup>  
Pedro Paulo de Campos<sup>(5)</sup>*

## **Resumo**

Este estudo teve como objetivo identificar as causas que levaram à ruptura de um cubo de roda utilizado em uma aeronave militar de alta performance utilizada para transporte de autoridades. Com o intuito de revelar a causa da fratura foram utilizadas técnicas de metalografia, microscopia óptica e microscopia eletrônica de varredura. O estudo revelou que a fratura do cubo de roda ocorreu por fadiga iniciada em pites de corrosão. A partir destes resultados foi recomendada uma vistoria nos cubos de roda deste tipo de aeronave utilizando-se ensaios não destrutivos e atentar para sinais de corrosão superficial bem como a existência de microtrincas associadas.

**Palavras-chave:** Fadiga; Corrosão; Fratura.

- (1) 60<sup>o</sup> Congresso Anual ABM – de 25 a 28 de Julho - Belo Horizonte  
(2) CTA-IAE-AMR - Doutor em Ciência e Engenharia de Materiais  
(3) CTA-IAE-AMR - Doutor em Engenharia Mecânica  
(4) CTA-IAE-AMR - Doutor em Engenharia Mecânica  
(5) CTA-IAE-AMR - Doutor em Engenharia Mecânica

## 1 INTRODUÇÃO

O sistema de trem de pouso de uma aeronave bem como os cubos de rodas estão expostos durante a sua utilização a diversos esforços tais como os provocados pelo tipo de pista em uso, que sujeitam o mesmo a esforços de tração e compressão e também por adversidades de ordem climática <sup>(1,2)</sup>. A ruptura em uso do cubo de roda de uma aeronave pode provocar acidentes graves sendo que pode-se encontrar na literatura casos desta natureza. <sup>(3,4)</sup> Neste sentido falhas a partir de esforços mecânicos superiores ao de projeto podem-se somar a corrosão vindo a provocar a falha em uso destes dispositivos. Este trabalho tem como objetivo o estudo da causa que levou a fratura o cubo de roda de uma aeronave de alto desempenho. A aeronave em questão é um Gates Learjet de uso executivo e denominada VU35A pela Força Aérea Brasileira. Esta aeronave tem a missão de transporte de autoridades.

O incidente com a aeronave ocorreu após o pouso e estacionamento da aeronave. A equipe de pista verificou que o cubo da roda esquerda externa do trem principal havia-se quebrado e desprendido partes do material.

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

O cubo de roda de aeronaves é tradicionalmente fabricada a partir de ligas de alumínio atendendo à especificação para a liga 2014.

O procedimento utilizado consiste na caracterização dos aspectos da fratura. Foram realizados exames visuais e de microscópio estereoscópico. Exames fractográficos foram realizadas utilizando o equipamento Leo 435VPi - Oxford scanning electron microscopy (SEM). Os exames metalográficos foram realizados utilizando-se um microscópio óptico Leica - DMRXP.

## 3 RESULTADOS

O cubo de roda fraturado pertencente à aeronave VU-35A pode ser visto na Figura 1. Nos exames visuais realizados, verificou-se que a fratura e sinais de atrito com o solo ocorreram no lado do freio conforme pode ser visto na Figura 2. A Figura 3 (A, B) mostra que ocorreu esmerilhamento do cubo, na região próxima a fratura.

Os exames por microscopia eletrônica de varredura (MEV), realizados na superfície de fratura e na lateral interna da roda, mostraram estrias características de corrosão, Figura 4 e aspecto característico de fadiga conforme pode ser visto na Figura 7. Foi também observado corrosão na região contígua ao início da fratura (Figura 6) Nos exames metalográficos realizados na seção radial da roda, superfície interna, região de início de fratura, foram detectadas regiões de corrosão, Figura 7 (A,B,C,D,E).



**Figura 1.** Fotografia. Detalhe do cubo de roda. Observa-se que a fratura ocorreu no lado do freio.



**Figura 2.** Detalhe da fratura.

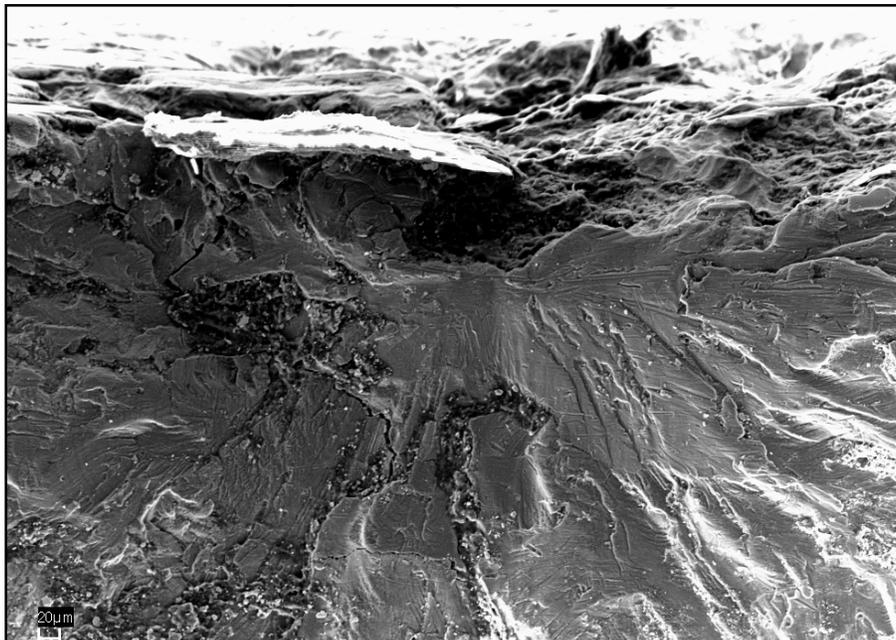


(A)

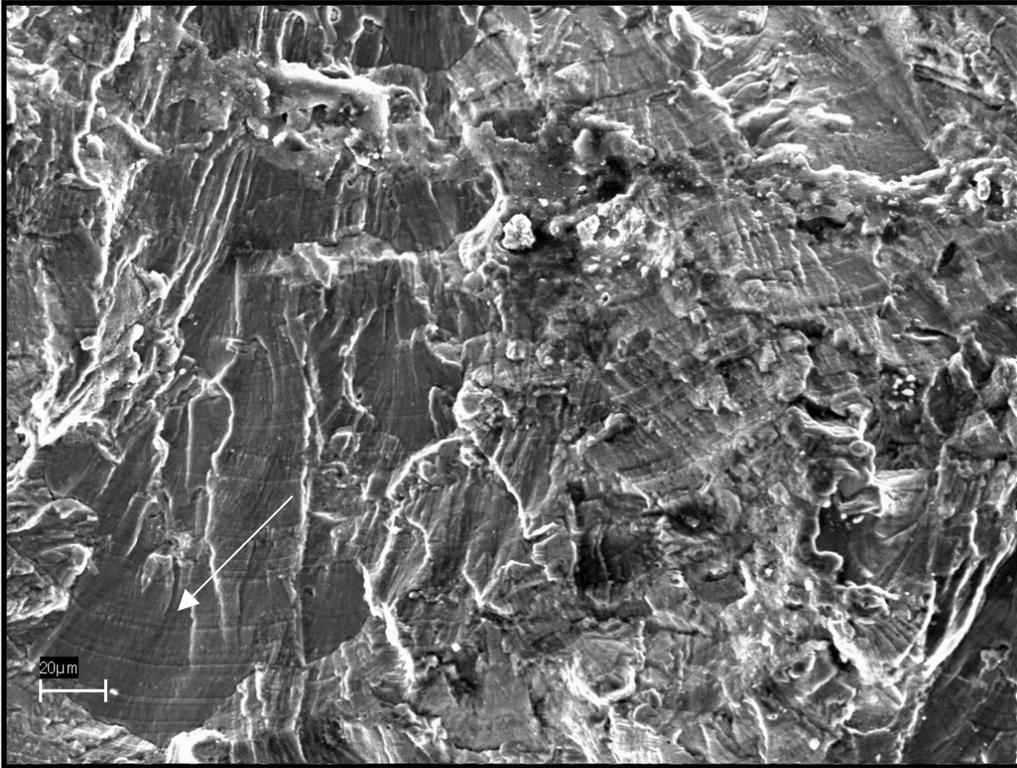


(B)

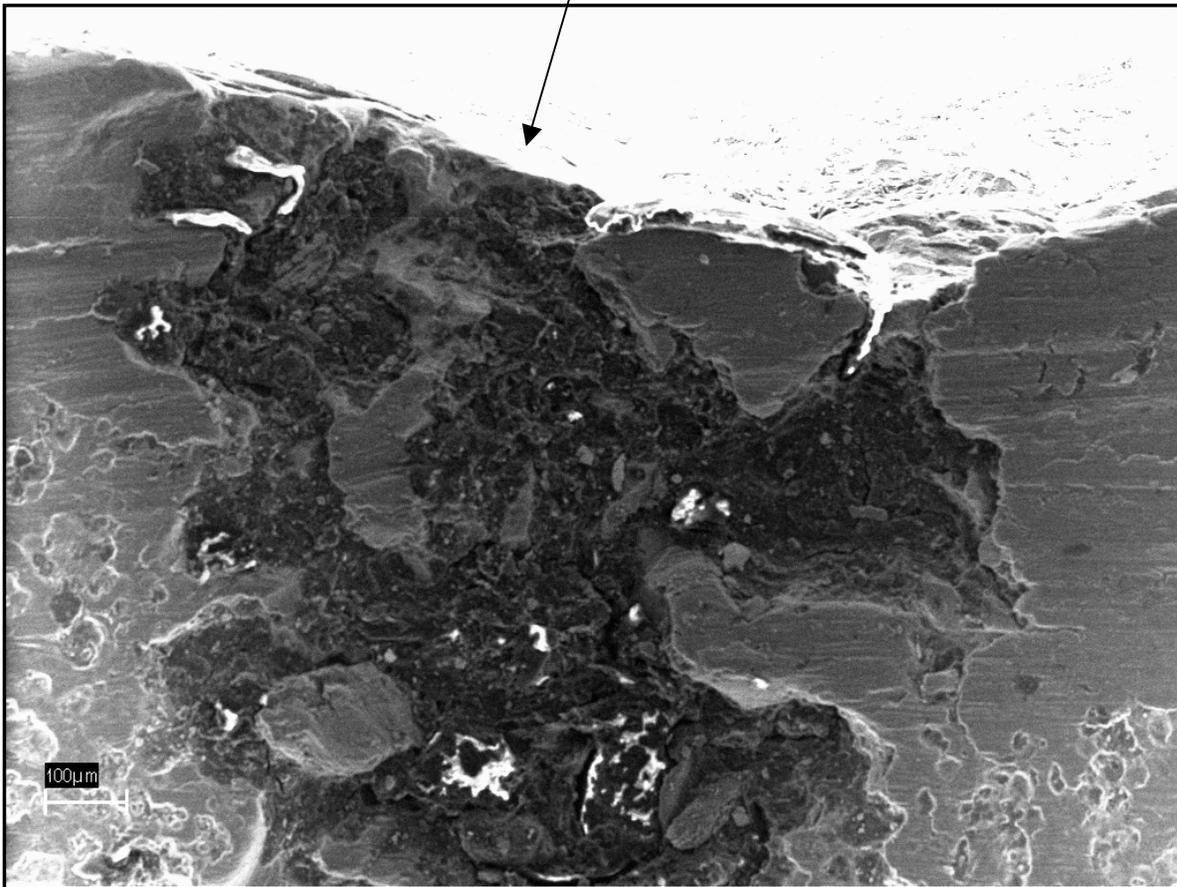
**Figura 3.** (A, B) – Fotografias. Região da fratura. Observa-se que ocorreu esmerilhamento do cubo, na região próxima a fratura.



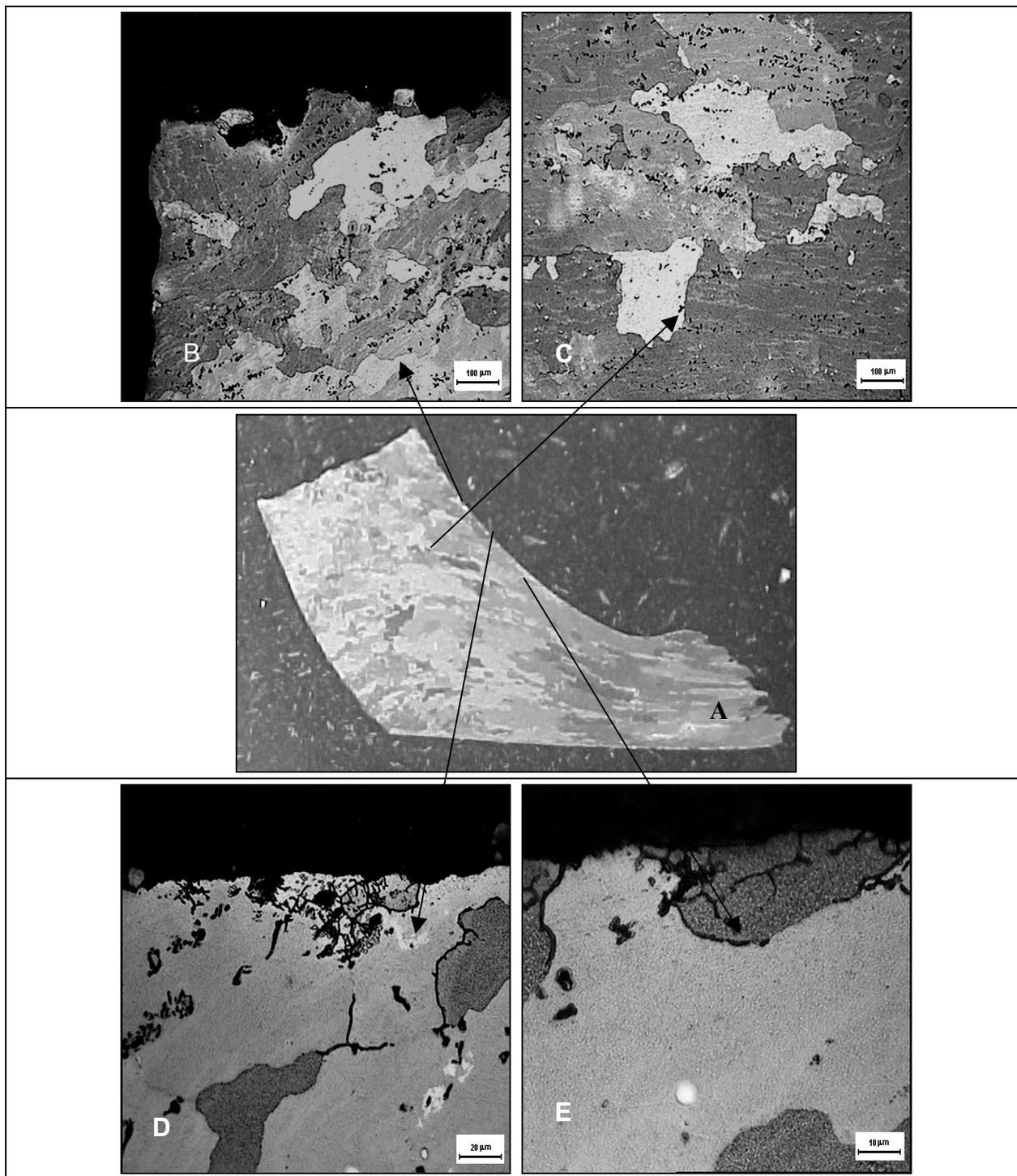
**Figura 4.** Início da fratura que apresenta pites de corrosão.



**Figura 5.** A seta indica região com marcas de praias, características de fadiga.



**Figura 6.** (A) Fotografia. Observa-se a região da Lateral da roda. Região contígua ao de início de fratura.



**Figura 7.** (A, B,C,D,E) – (A) Fotografia da seção transversal. As micrografias (B,C,D,E) mostram a região de início de fratura do núcleo e ao longo da lateral interna da roda. Observa-se trincas associadas processo corrosivo.

## 4 CONCLUSÃO

Baseado nos resultados obtidos pode-se concluir que a fratura do cubo de roda ocorreu por fadiga, iniciada em pites de corrosão. Foi recomendado a realização de vistoria em outros cubos de roda, utilizando-se ensaios não destrutivos objetivando-se identificar sinais de corrosão superficial e pre-trincas associadas a mesma.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 HOFFMAN ME, HOFFMAN PC. Corrosion and fatigue research - structural issues and relevance to naval aviation. **International Journal of Fatigue**; 23(S1):1-10, 2001
- 2 LOURENÇO, N. J.; FRANCO, L; DOLLINGER, C F A . Fatigue Fracture of a nose landing gear in a military transport aircraft. In: ICEFA - **First International conference on engineering failure analysis, ICEFA**, Lisboa. 2004.
- 3 ITO H L.; CESCOT T. Análise de Falha em cubo de roda de trem de pouso. **Metalografia e Análise de Falhas**. pp 229-234. IPT.2004.
- 4 CAMPOS, P. P.; GRAÇA, FÍS. M L A . Exames Em Cubo De Roda, Fraturado, Pertencente Ao Conjunto Maior Do Trem De Pouso Do Nariz Da Aeronave C-91a 2508. Centro Técnico Aeroespacia - Instituto de Aeronáutica e Espaço Divisão de Materiais. **Relatório nº 17-AMR-E/99**. 1999.

# FAILURE ANALYSIS IN A WHEEL FROM A LEARJET PLANE

*Nicélio José Lourenço  
Olivério Moreira de M. Silva  
Mario Lima de Alencastro Graça  
Pedro Paulo de Campos*

## **Abstract**

This work analysis the rupture of a wheel in a high performance military aircraft acting as V.I.P transport. Since this component is considered to be critical to aircraft safety, the Brazilian Air Force requested a failure analysis investigation. In order to revealing the cause of the fracture metallographic techniques, optic microscopy and scanning electronic microscope were carried out. The study revealed that the fracture was due to fatigue initiated in corrosion pits.

**Key-words:** Aircraft; Fatigue; Corrosion.