

Relatório Final

Título do projeto de pesquisa: Análise de Falhas- Fator Material
Bolsista: Rafael de Paula Silva
Orientador(a): Leandro Augusto Lemos Franco
Período a que se refere o relatório: Agosto de 2016 a Julho de 2017

Resumo

A análise de falhas de acidentes aeronáuticos é de extrema importância para auxiliar na prevenção de novos acidentes de caráter semelhante, indicando o motivo da falha - seja ela por erro de operação, erros no projeto, ou por desempenho não satisfatório do material. Quando o motivo do acidente é o fator material, que envolve problemas causados por projeto inadequado, falha na fabricação da peça ou manuseio incorreto, é importante se conseguir caracterizar o modo como a falha ocorreu e as causas da mesma, a fim de se evitar novos acidentes decorrentes do mesmo defeito. Essa análise de falhas é feita por meio de uma série de procedimentos, entre eles, estereoscopia, microscopia ótica e microscopia eletrônica de varredura. Durante esse ano do projeto de iniciação científica, o aprimoramento destas técnicas foi determinante para que fosse capaz de identificar a causa raiz da falha de um trem de pouso fraturado em serviço e estudado nessa etapa da pesquisa.

1. Introdução

Durante o período de pesquisa foram realizados diversos estudos de casos relacionados à análise de falhas de acidentes aéreos ligados ao fator material, sendo que todos os casos analisados geraram um relatório que será usado para que novos erros semelhantes não ocorram.

No nosso país todo acidente ou incidente aéreo é investigado pela Aeronáutica, e quando a causa do acidente é ligada a fatores materiais, essa investigação cabe aos profissionais da Divisão de Materiais (AMR) do Instituto de Aeronáutica e Espaço (IAE). Esse projeto de pesquisa é de extrema importância para garantia da segurança de vôo em nosso país, pois ao detectarmos a causa de falha de um acidente aéreo podemos evitar que falhas semelhantes ocorram em outras aeronaves, poupando até mesmo vidas. Foi recebido para análise de falhas

um componentes do trem de pouso de nariz, pertencente à aeronave FAB-6051, com o objetivo de identificar a causa da fratura ocorrida. Esta análise se mostrou bastante trabalhosa devido à maneira que a peça chegou, dificultando o acesso a fratura. Para tal, foram utilizadas diversas técnicas para se analisar a falha e se chegar à causa raiz da falha.

2. Materiais e métodos

Foi recebido o trem de pouso do nariz com uma fratura próximo a base de fixação, conforme mostrado na Figura 1.

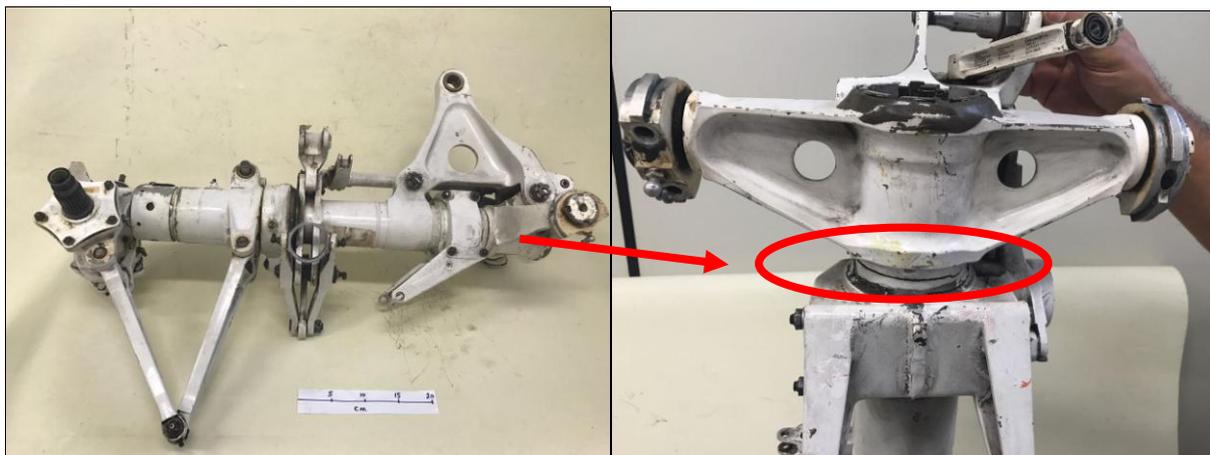


Figura 1- Material recebido para análise e região fraturada

Para ter acesso à região da fratura, a peça teve de ser inteira desmontada e seus componentes separados. Ao chegar na área de interesse a mesma foi separada do corpo do trem de pouso para futura análise. Primeiramente foi feito uma análise visual, passando-se então à análise no estereoscópio buscando evidências que apontariam a causa da falha. Após essa análise a fratura foi levada o MEV para observação de mais indícios que levassem a causa raiz do problema.

Posteriormente com os resultados obtidos no MEV, foi constatada a necessidade de uma análise metalográfica da região da fratura, Esta seção então foi seccionada e embutida a quente, sendo posteriormente preparada metalograficamente e atacada com Nital 3% (97ml de álcool etílico e 3ml de HNO₃) para revelação dos aspectos micrográficos. As micrografias obtidas foram de grande valia para identificação da causa raiz.

Com esses resultados obtidos até essa etapa, foi necessário a confirmação da hipótese de falha, analisando os outros componentes separados no início da investigação, mas dessa vez apenas o exame visual e estereoscópico foram o suficientes para confirmar a hipótese proposta.

3. Resultados

Nos exames visuais realizados no trem de pouso observou-se fratura com rompimento parcial do componente. Os componentes do trem de pouso foram submetidos à pintura sem remoção da tinta anterior, desmontagem do sistema ou mesmo remoção de selantes (Figura 2).



Figura 2- fratura com rompimento parcial do componente

Para os exames por estereoscopia o componente parcialmente fraturado foi seccionado para possibilitar acesso à fratura, conforme mostrado na Figura 3.

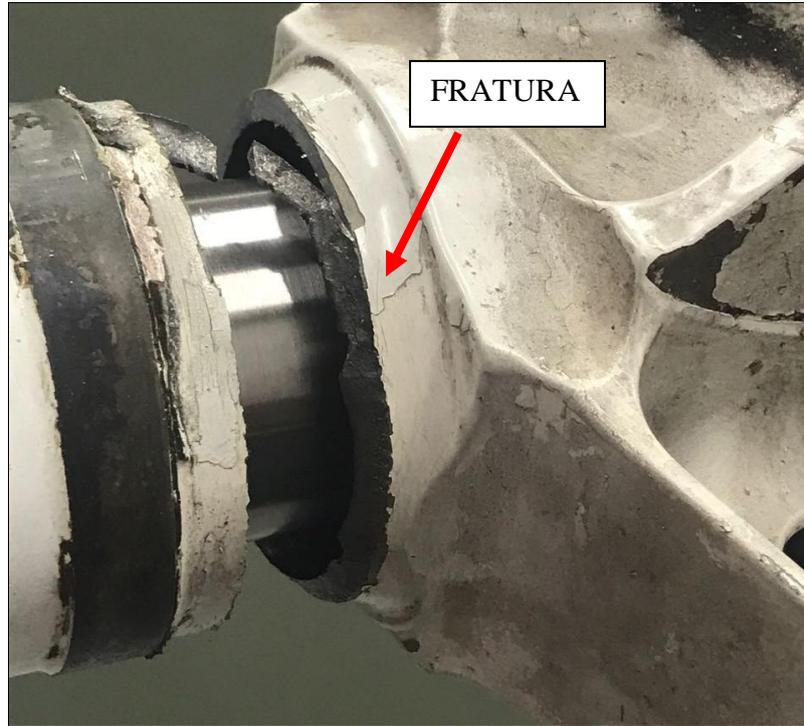


Figura 3 – fratura seccionada do restante do trem de pouso

A superfície de fratura apresentou duas regiões com morfologias distintas sendo uma rugosa em forma de unha, característica de uma pré trinca e, outra mais lisa, característica de sobrecarga. A Figura 4 mostra a pré-trinca.

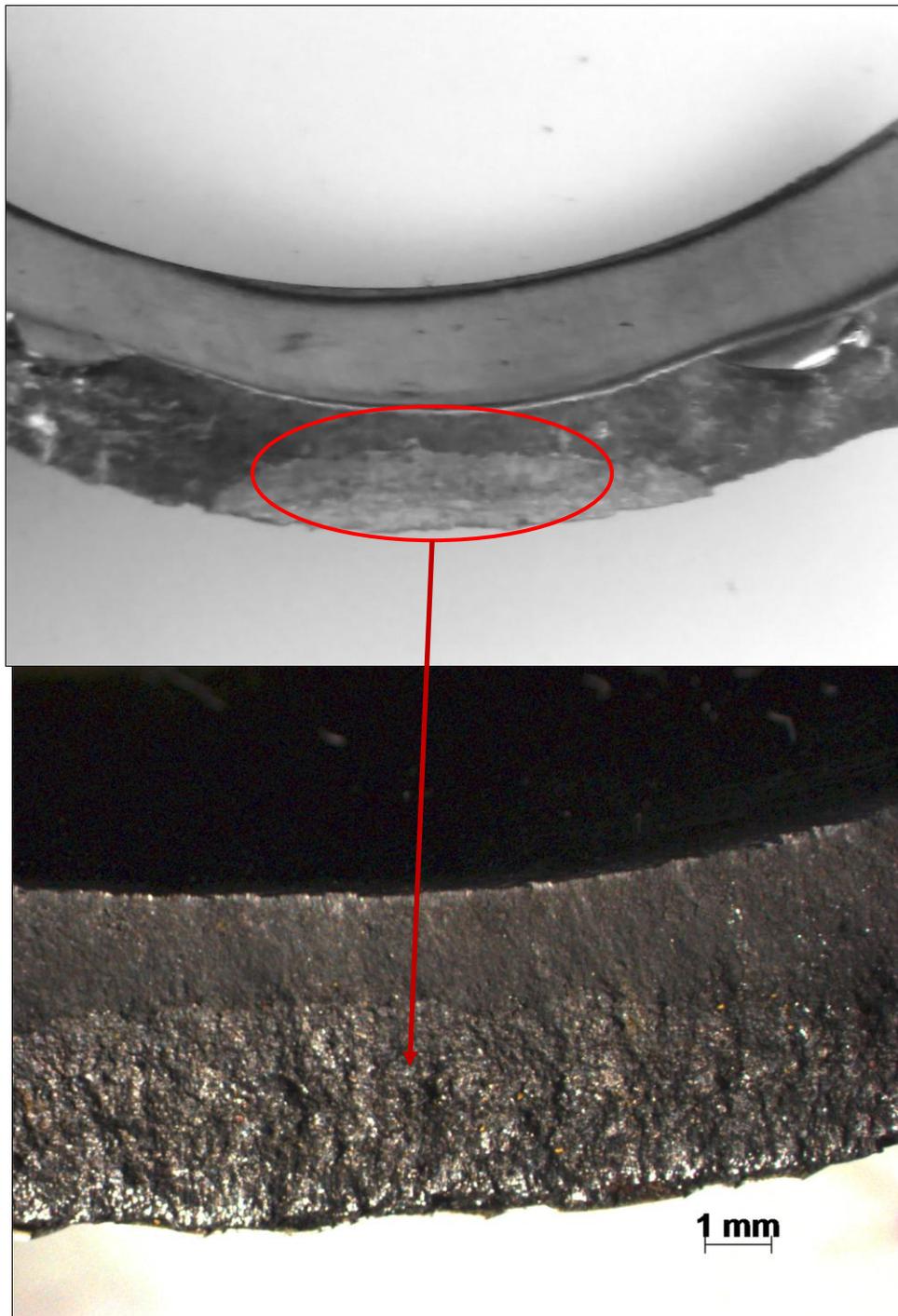


Figura 4- (A) Fotografia, vista geral da pré trinca (B) Detalhe da pré trinca, região mais rugosa.

No exame por MEV realizados na superfície de fratura na região da pré trinca observou-se morfologia intergranular e corrosão (Figura 5). A região mais lisa apresentou morfologia com dimples, indicativos de sobrecarga, como mostrado na Figura 6.

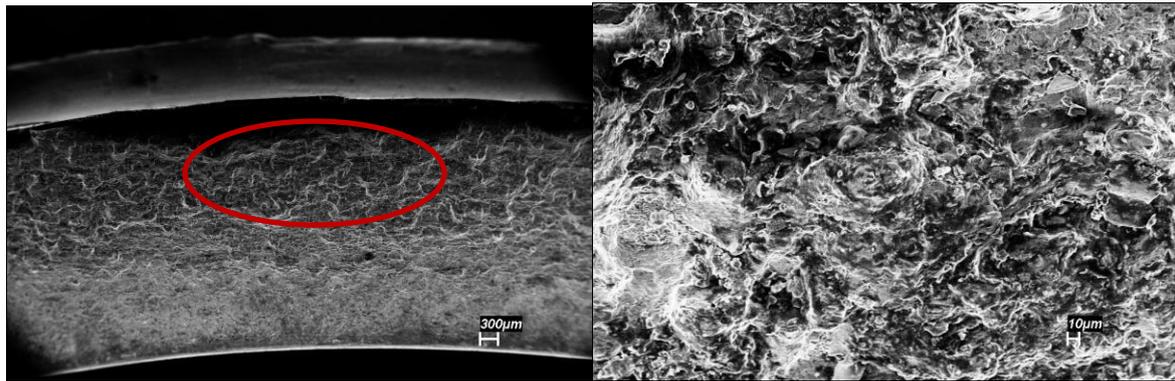


Figura 5 -(A) Eletrofotografia, vista geral da fratura. (B) detalhe da pré trinca, região mais rugosa. Observa-se corrosão na região da pré-trinca

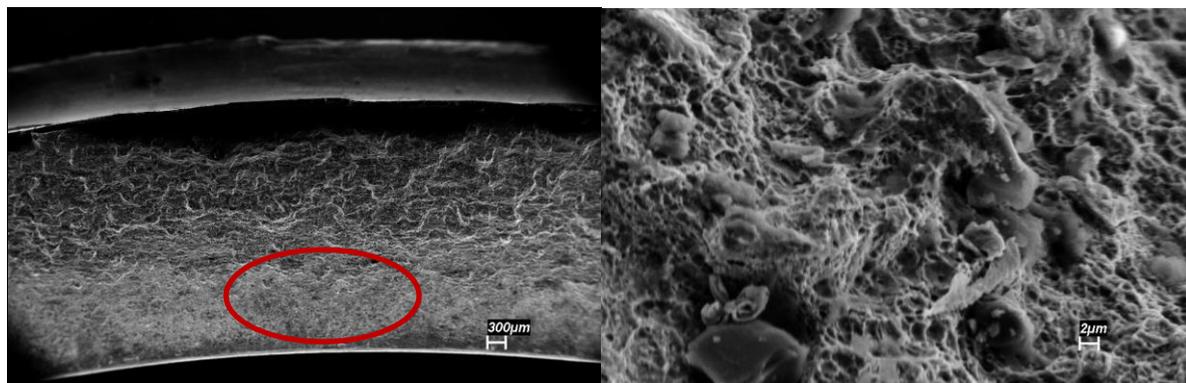


Figura 6- A) Eletrofotografia, vista geral da fratura. (B) detalhe da fratura final. Observa-se dimples indicativos de sobrecarga.

Nos exames metalográficos sem ataque, realizados na seção transversal à pré-trinca, observaram-se pites de corrosão (Figura 7). A microestrutura do material atacado com Nital 3% apresentou uma morfologia de martensita revenida e também ressaltou os pites de corrosão (Figura 8).

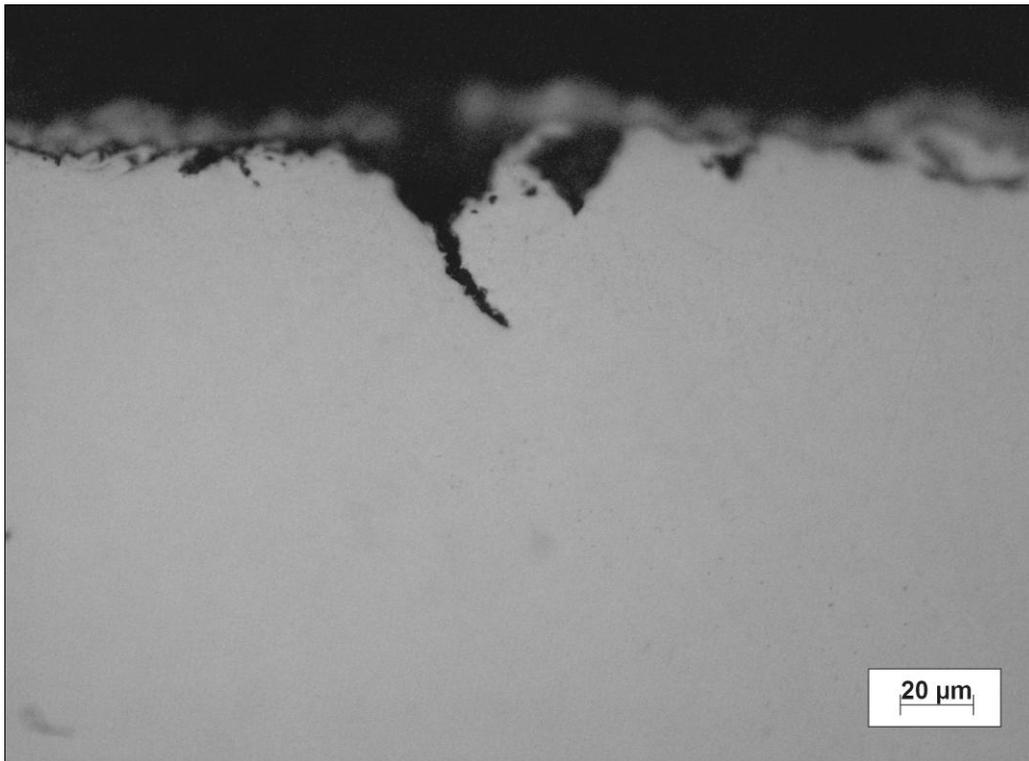


Figura 7- Fotomicrografias. Seção transversal à fratura, sem ataque. Observam-se trincas associadas à corrosão.

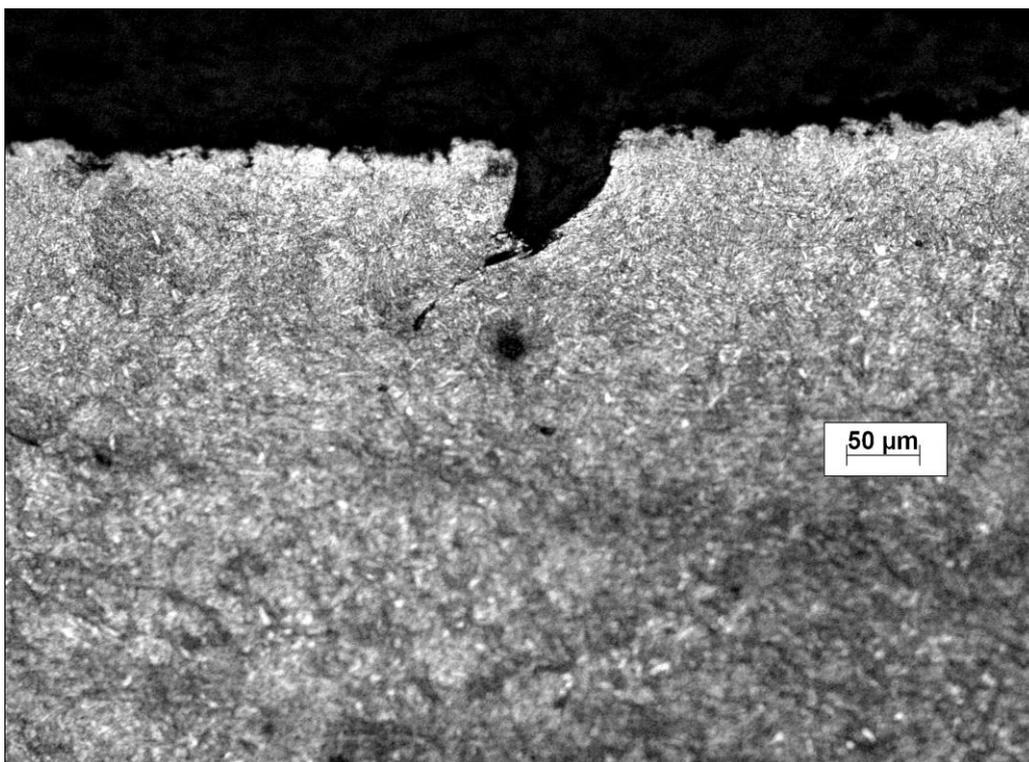


Figura 8- Fotomicrografia. Seção transversal à fratura, ataque nital 3%. Observam-se trincas associadas à corrosão.

Durante exames realizados na superfície externa do componente fraturado observaram-se bolhas na pintura. Algumas bolhas foram removidas com a utilização de estiletes, possibilitando observar corrosão puntiforme, como mostrado na Figura 9. Exames materiográficos mostraram a existência de pintura trincada, não removida e pintada por cima, além de descascamento, possibilitando acúmulo de sujeira e umidade, favorecendo a formação de produtos corrosivos sob a pintura, conforme mostrado na Figura 10.

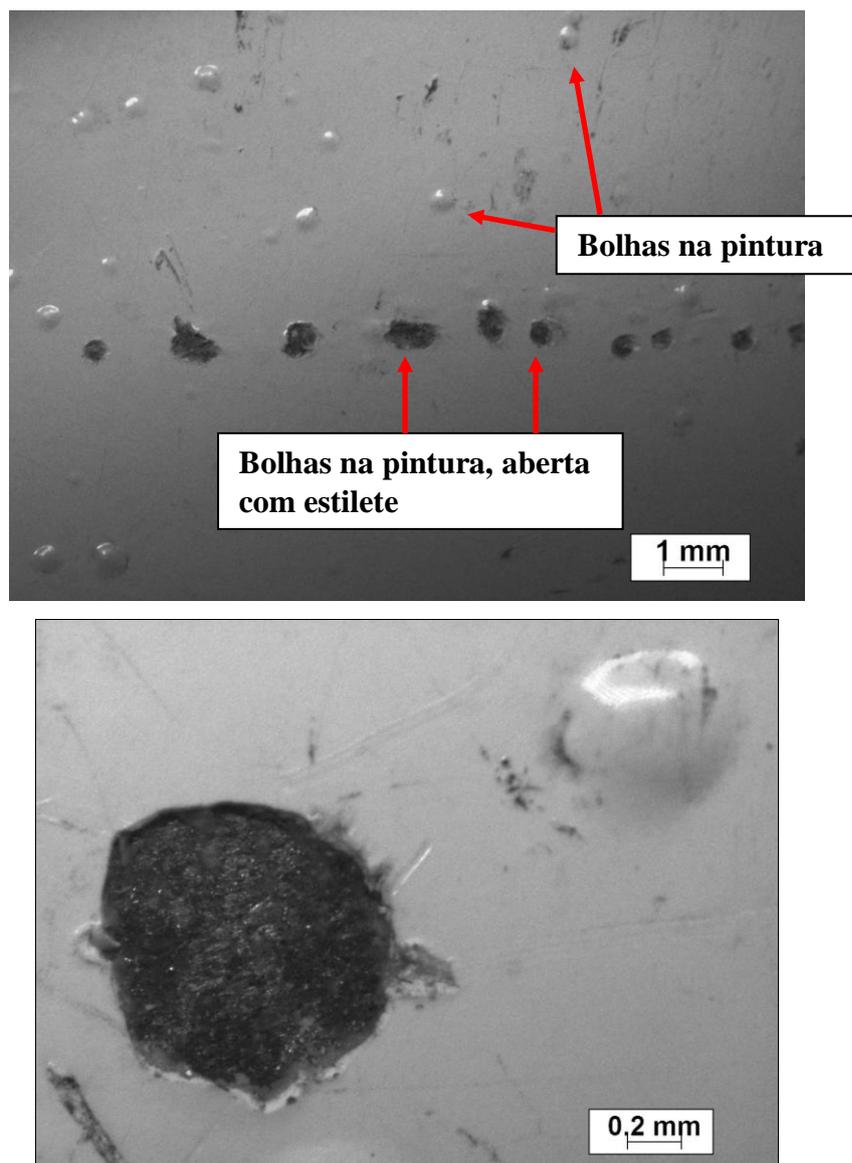


Figura 9- Estereoscopia. Detalhes das bolhas na tinta. Observa-se algumas bolhas removidas com estilete. Observa-se corrosão.

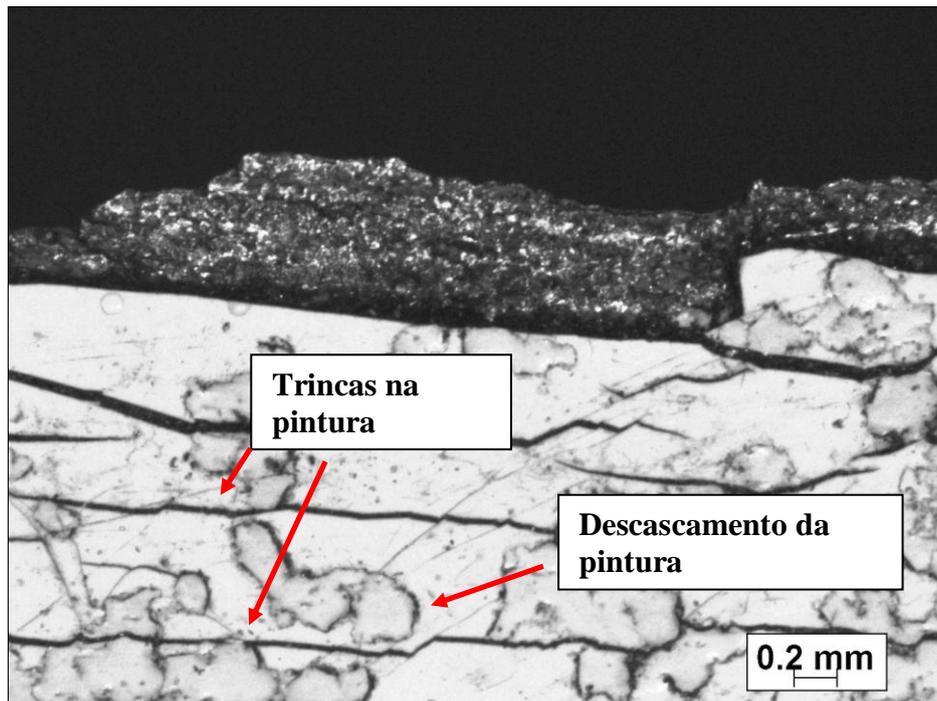


Figura 10– Estereoscopia. Região da fratura. Observam-se trincas na primeira camada de tinta depositada e descascamento da segunda camada.

4. Conclusões

Nos exames realizados ficou evidenciado que provavelmente a manutenção do trem de pouso esta sendo realizada de forma parcial, não sendo removida a pintura, o que favorece a ocorrência de corrosão no sistema. Pintura realizada sobre outra contendo defeitos como trincas e riscos, favorecem o acumulo de umidade, acelerando a corrosão.

De acordo com os resultados obtidos, pode-se dizer que a fratura ocorreu por sobrecarga, sendo facilitada pela presença de uma pré-trinca. A pré-trinca teve origem em corrosão puntiforme (pites) alinhados e propagou pelo mecanismo de corrosão sob Tensão fraturante.

Referências

[1]ASM Handbook, Vol. 11, Failure Analysis and Prevention, ASM International, Materials Park, 1992.

[2]ASM Handbook, Vol.12, Fractography, ASM International, Materials Park, 1992.

[3]ASM Handbook, Volume 19, Fatigue and Fracture, ASM international, Materials Park, 1996.



[4]CALLISTER, Jr., W.D., Material Science and Engineering - An Introduction, John Wiley & Sons, New York, 1994.