

Relatório Final

Título do projeto de pesquisa: Análise de Falhas em Componentes Aeronáuticos-Fator Material.

Bolsista: Márcio Fernando da Justa Sena

Orientador(a): Nicélio José Lourenço

Período a que se refere o relatório: Agosto de 2013 a junho de 2014

Resumo

Este projeto visa a caracterização de materiais aeronáuticos com o objetivo de determinar as causas raízes que levaram o material à falha em serviço. O material a ser utilizado será proveniente de acidentes sob responsabilidade do CENIPA. A metodologia a ser aplicada segue as seguintes etapas: recebimento e registro fotográfico, análise estereoscópica, análise metalográfica e microscopia eletrônica. A partir deste método, será possível determinar o tipo de fratura e os fatores que determinaram a perda da funcionalidade do componente aeronáutico. O presente trabalho possui uma importância fundamental para a segurança a bordo na aviação, uma vez que, conhecendo os motivos materiais que provocaram acidentes aéreos, podemos ter um melhor conhecimento e domínio desses acontecimentos para que eles não voltem a acontecer e, dessa forma, consigamos atingir a maior segurança possível em voo, aumentando a operacionalidade da aviação e preservando vidas humanas.

1. Introdução

A) A análise de falhas

A análise de falha consiste em determinar as causas básicas da falha material ocorrida, com objetivo de prevenir a repetição de falhas semelhantes e dessa forma termos um aumento na qualidade da operação, da manutenção, do projeto e da fabricação de aeronaves.

B) Quando a falha ocorre

A falha pode ocorrer de três maneiras diferentes:

- O material torna-se inoperante, sendo a fratura a causa mais comum.
- O material ainda é funcional, mas não cumpre mais sua função satisfatoriamente.
- Seu uso torna-se incerto ou perigoso e deve ser substituída ou reparada.

C) A impotência de realizar uma análise de falhas.

Acidentes provocados por falhas materiais podem ter efeitos devastadores, com perdas de vida humanas ou outras formas de vida, além da destruição de ambiente físico, onde, por ventura, a aeronave venha a cair, gerando perdas econômicas. A análise de falhas permite que, posteriormente, esses eventos indesejados não se repitam.

D) Algumas técnicas em análise de falhas

- **Examinação Visual**

É o primeiro passo na análise de falhas. Um profissional experiente pode retirar bastante informações examinando criticamente o componente que falhou. Em um estudo da superfície fraturada, é possível, a uma primeira aproximação, identificar o tipo de fratura (fadiga, sobretensão, etc). É também possível localizar a origem da fratura, estudando o padrão de fratura.

- **Testes não destrutivos**

A examinação não destrutiva do componente avariado, comparando-o com o mesmo componente que nunca foi usado pode nos fornecer informações do tipo de defeito. Testes com líquido penetrante, testes radiográficos e ultrassônicos são técnicas muito úteis para nos fornecer esse tipo de informação.

- **Testes Fractográficos**

Na fractografia, utilizamos a técnica SEM (scanning electron microscope), que consiste no uso de um microscópio com alto poder de foco e resolução. Tal técnica é uma importante ferramenta e é considerada o olho do analista de falhas. Pelo exame fractográfico utilizando o SEM, o modo de falha, a origem da fratura e as anormalidades que iniciaram a falha podem ser precisamente identificadas.

- **Análise e interpretação de dados experimentais.**

O passo mais crítico na análise de falhas é a leitura e interpretação dos dados colhidos após a análise técnica do material. Primeiramente, é necessário listar todos os dados gerados, analisar os dados baseado em princípios científicos, eliminar contradições, considerar todas as possíveis causas para o modo de fratura observado e chegar a mais provável causa para a falha.

No presente relatório, foram feitas duas análises de falhas, conforme segue.

2. Material e métodos

2.1 Análise número 1

Foi realizada a análise do componente do motor de uma aeronave de pequeno porte, de prefixo PR-JBA, que sofreu acidente com óbito dos seus ocupantes no Estado do Rio de Janeiro, conforme pode ser visto na Figura 1.

Para o trabalho foi realizado um reconhecimento fotográfico com observação da região da fratura e também um exame estereoscópico.



Figura 1: Haste de válvula do motor da aeronave.

2.1.1. Resultados da análise 1

Na análise visual, foi observada uma superfície de fratura típica de falha a partir de sobrecarga aplicada ao material, conforme pode ser visto na Figura 2 e com maior magnificação na Figura 3.



Figura 2: Superfície de fratura com características típicas de sobrecarga.

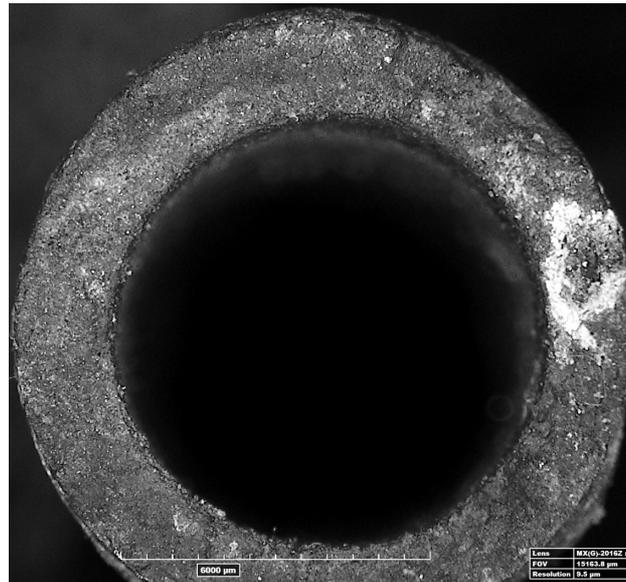


Figura 3: Superfície de fratura com características típicas de sobrecarga.

2.1.2. Conclusões da análise 1

A causa raiz da falha foi sobrecarga aplicada ao material. A haste da válvula pode ter sido montada no conjunto de forma errônea, ou eventualmente estar com alguma deformação previa. O fato é que o processo de manutenção inadequado deve ter sido de influência fundamental para a ocorrência do evento que resultou na perda da aeronave e de vidas humanas.

2.2 Análise número 2

Foi realizada a análise de um componente denominado *Cable –Tab control*, conforme pode ser visto na figura 1, da aeronave de prefixo PP-DFW. Além de tal componente, também foram analisados profundor e estabilizador do profundor da referida aeronave.

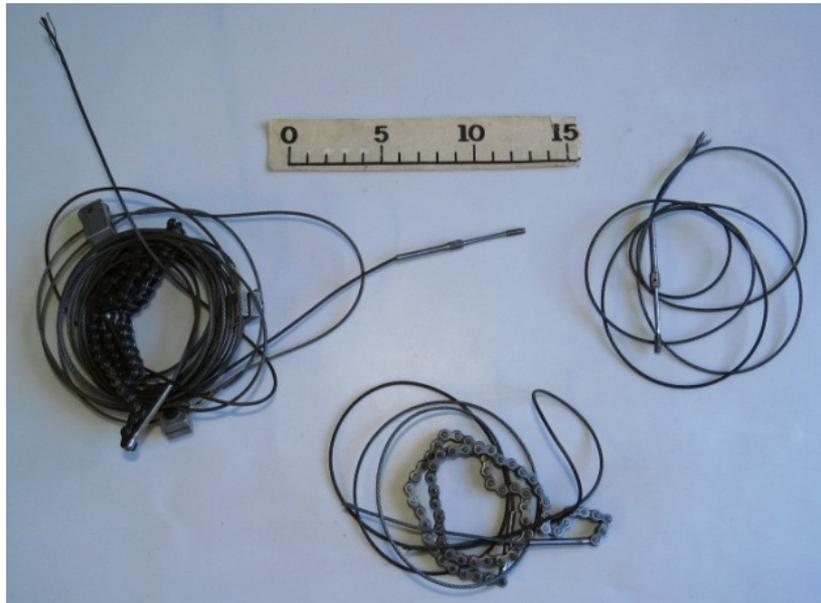


Figura 1: *Cable –Tab control* do profundor da aeronave

2.2.1. Resultados da análise 2

Conforme observa-se na figura 2, uma região de deformação plástica do profundor em contato com o estabilizador horizontal, fato que provocou o travamento do profundor. Na figura 3, podemos observar tal deformação com maiores detalhes.



Figura 2: Deformação plástica no profundor.

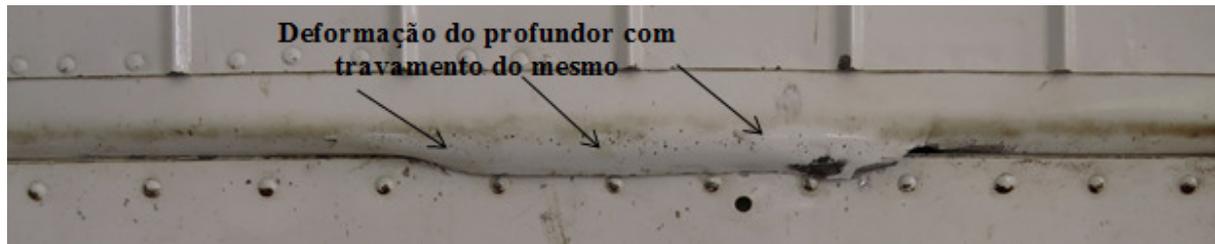


Figura 3: Foto em detalhe, da deformação que provocou o travamento do profundor.



Figura 4: Marcas na pintura e deformação plástica devido ao atrito entre o profundor e o estabilizador horizontal

Com o profundor travado, o esforço aerodinâmico somado ao esforço do piloto provocaram uma ruptura nos cabos de comando dessa superfície móvel, conforme podemos observar na figura 5, isso ocasionou a perda total da função do profundor, conseqüentemente a aeronave ficou sem controle do movimento de arfagem. Sem o controle desse movimento, vital para o voo, a aeronave perdeu o equilíbrio de momentos entre as forças aerodinâmicas necessário para que ela se mantivesse em voo e, fatalmente, sem o controle de arfagem, o ângulo de ataque da aeronave aumentou e ela divergiu da sua posição de equilíbrio e sofreu estol, vindo a cair de nariz contra o solo.

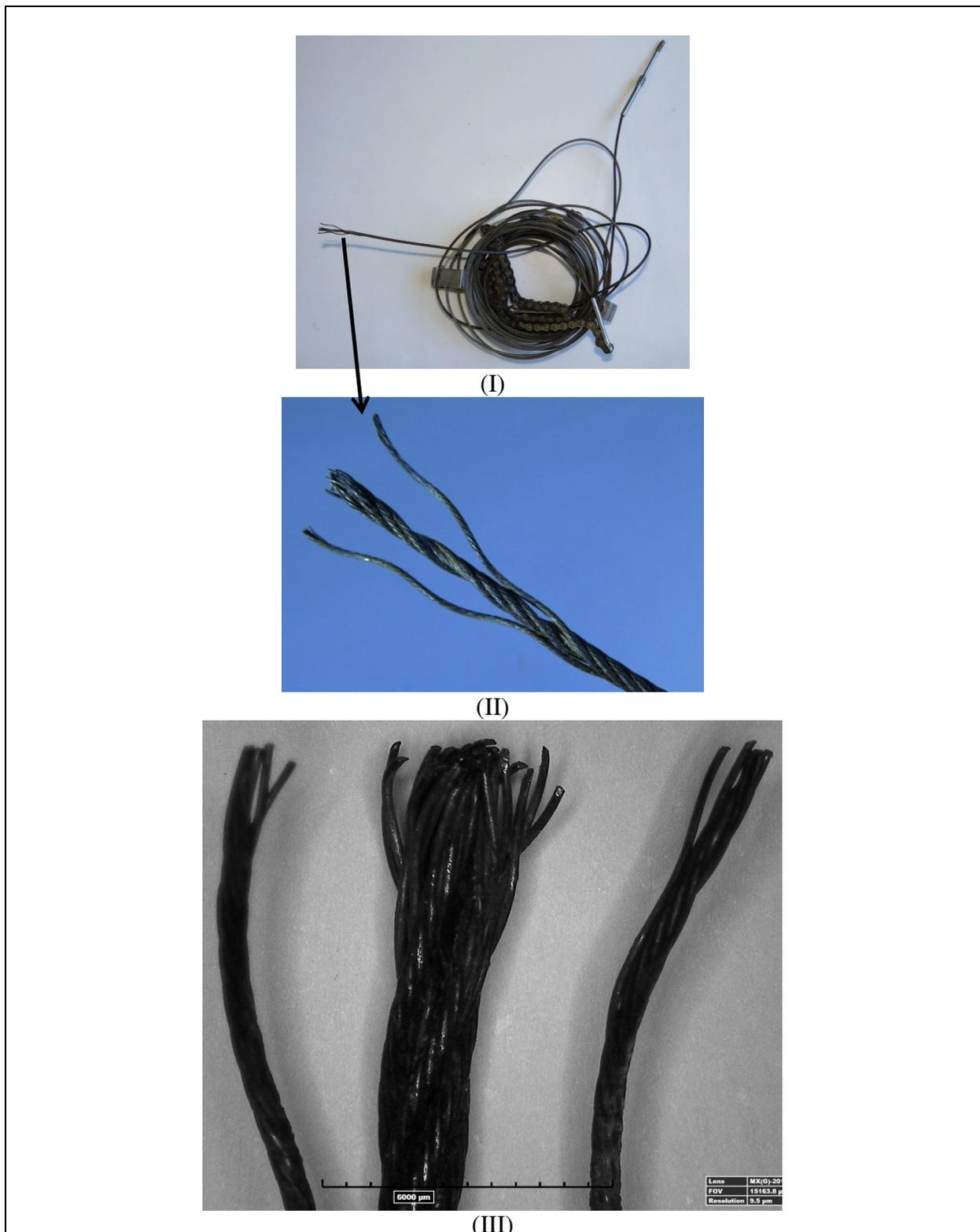


Figura 4: Em (I), pode-se observar uma visão geral do segmento de cabo. Em (II) tem-se o cabo fraturado com perfil característico de falha por sobrecarga. A Figura (III) apresenta imagem em detalhe



2.2.2. Conclusões da análise 2

A causa raiz da falha foi sobrecarga aplicada ao material. Os cabos de comando de superfícies móveis da aeronave analisada não foram projetados para operar nas condições em que o profundor operou, no caso travado, isso fez com que a tensão sobre eles aumentasse vigorosamente e a consequência disso foi a falha por sobrecarga no material.



Referências utilizadas:

Failure Analysis and Prevention. William T. Becker and Roch J. Shipley. Volume 11. ASM Handbook Committee. 2002.

Investigation of Aeronautical and Engineering Component Failures . A. Venugopal Reddy. CRC Press 2004.

Root cause as U-Turn. Luca Del Frate, Sjoerd D. Zwart, Peter A. Kroes. Engineering Failure Analysis, Volume 18, Issue 2, March 2011, Pages 747-758.