

Relatório Final

Título do projeto de pesquisa: Práticas em Análise de Falhas em Casos de
Investigação de Acidentes e Incidentes Aeronáuticos
Focados em Fator Material.

Bolsista: Gabriel Edson Dias da Silva

Orientador(a): Dr. Leandro Augusto Lemos Franco

Período a que se refere o relatório: Agosto de 2017 a Julho de 2018

Resumo

A análise de falhas de acidentes aeronáuticos é de extrema importância para auxiliar na prevenção de novos acidentes. Neste estudo de caso, será analisada uma fratura no pino do pistão que compõe o motor de uma aeronave. Esse pino do pistão falhou quando a aeronave realizava um voo e após o piloto iniciar os exercícios previstos e realizar algumas manobras, o mesmo observou o apagamento súbito do motor 1 (esquerdo). Com a falha, o piloto foi forçado a realizar um pouso de emergência e a estrutura avariada foi levada para análise de falhas, até que fosse possível detectar a causa raiz, de modo a evitar a ocorrência de acidentes semelhantes.

1. Introdução

Define-se a falha de uma peça quando um sistema deixa de desempenhar a função para o qual ele foi projetado de acordo com os requisitos técnicos exigidos pelas normas aeronáuticas [1]. Durante a operação as aeronaves e suas peças, muitas vezes apresentam falhas e defeitos que só podem ser detectados em uma situação real [2]. A análise de falhas é importante para que sejam descobertas as causas que geraram a falha e assim balizar as precauções apropriadas para que não ocorram futuros incidentes [1]. O objetivo da iniciação científica foi realizar diversas análises de falhas para se investigar acidentes e incidentes aeronáuticos (Fator material) ocorridos, definindo as prováveis causas para que o mesmo ocorresse, de modo a evitar que novos acidentes pelos mesmos motivos.

No Brasil, todo acidente ou incidente aéreo é investigado pela aeronáutica [1]. Quando a causa do acidente é ligada a fatores materiais, essa investigação cabe aos profissionais da Divisão de Materiais do Instituto de Aeronáutica e Espaço (AMR-IAE).

O objetivo da iniciação científica foi realizar diversas análises de falhas para se investigar acidentes e incidentes aeronáuticos (Fator material) ocorridos, definindo as prováveis causas para que o mesmo ocorresse, de modo a evitar novos acidentes pelos mesmos motivos.

2. Materiais e Métodos

Foi recebido um pistão fraturado do motor 1 (esquerdo) da aeronave para análise, conforme a Figura 1.

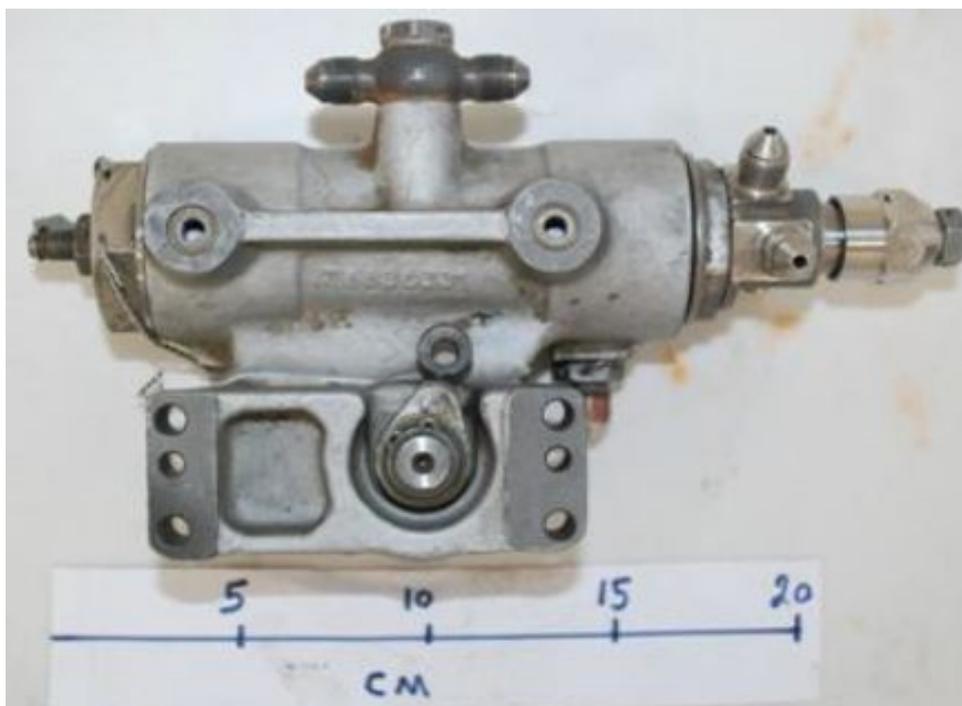


Figura 1 - Material recebido para análise.

A análise de falhas é feita seguindo um roteiro que pode ser adaptado a cada caso específico, mas que segue uma linha geral de analisar do macro para o micro. As etapas abordadas na análise de falha são:

- Recolhimento de dados e seleção de amostras;
- Análise preliminar da parte falhada (exame visual e manutenção de registros);

- Ensaios não destrutivos;
- Seleção, identificação, conservação e / ou limpeza de espécimes críticas;
- Exame macroscópico e de análise (superfícies de fratura, trincas secundárias e outros);
- O exame microscópico e análise de superfícies de fratura;
- Análise do estado de tensão real do componente;
- Mecânica da Fratura;
- Determinação do modo de fratura;
- Metalografia ou análise microestrutural;
- Ensaios mecânicos;
- Análise química;
- Testes de simulação.

Neste estudo de caso, foram utilizadas as seguintes etapas:

- Análise macroscópica ou exame visual
- Registro fotográfico
- Análise estereoscópica
- Análise por microscopia eletrônica de varredura (MEV)

A seguir serão descritas cada uma das etapas realizadas.

A partir dos materiais recebidos foi realizado a análise macroscópica ou exame visual. Esse é o primeiro e mais importante passo na análise de falhas. Na maioria dos casos, o diagnóstico é feito pelo exame visual, e os testes são realizados para confirmar ou negar isso.

As imagens feitas no registro fotográfico da superfície de fratura também foram analisadas cuidadosamente em busca de informações da fratura. Para a realização dessa etapa foi utilizada uma máquina fotográfica Samsung modelo ST 500.

A amostra inicialmente não foi limpa de modo a se preservar por completo a superfície de fratura, e não incidir sobre ela possíveis danos que pudessem vir a prejudicar nas análises.

Posteriormente foi realizada a análise estereoscópica, com o objetivo de buscar evidências que apontariam a causa da falha, pois visualmente não foi possível devido às pequenas dimensões da peça. A amostra foi então levada ao estereoscópio do Laboratório de Microscopia Óptica da divisão, onde ampliações maiores puderam ser utilizadas para observar a super-

fície fraturada. Para a realização dessa etapa foi utilizado o estereoscópico ZEISS, modelo Ste.

Para uma conclusão mais elaborada e uma constatação melhor dos mecanismos de fratura que levaram o pino do pistão a falhar, uma análise por microscopia eletrônica de varredura foi realizada. Devido ao tamanho da amostra, não poderiam ser colocada diretamente no microscópio para análise. Logo foi necessário o corte de uma secção do pino do pistão que continha à fratura. Para a realização dessa etapa foi utilizado o Microscopia Eletrônica de Varredura ZEISS, modelo Leica e uma serra de corte com disco diamantado para o corte da amostra.

3. Resultados

Para ter acesso à região da fratura, a peça teve de ser inteira desmontada e seus componentes separados. Ao chegar à área de interesse, a mesma foi separada do corpo do pistão para futura análise, conforme mostrado na Figura 2.

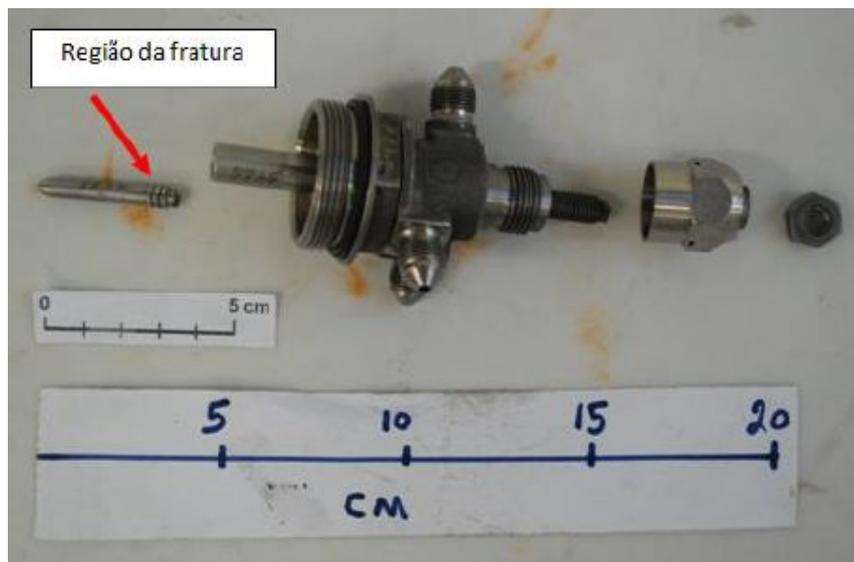


Figura 2 - Pistão desmontado com visualização da região fraturada.

Devido às pequenas dimensões da peça, em uma primeira análise visual não foi possível identificar as causas prováveis da falha. Em análise realizada no estereoscópico, foi observada uma superfície de fratura típica de falha a partir de sobrecarga aplicada ao material, conforme pode ser visto na Figura 3 e 4. O material apresenta uma superfície com característica rugosa e alguns amassados nas extremidades, sendo esta a região provável de início da trinca



Figura 3 – Superfície de fratura do pino (aumento de 40x).

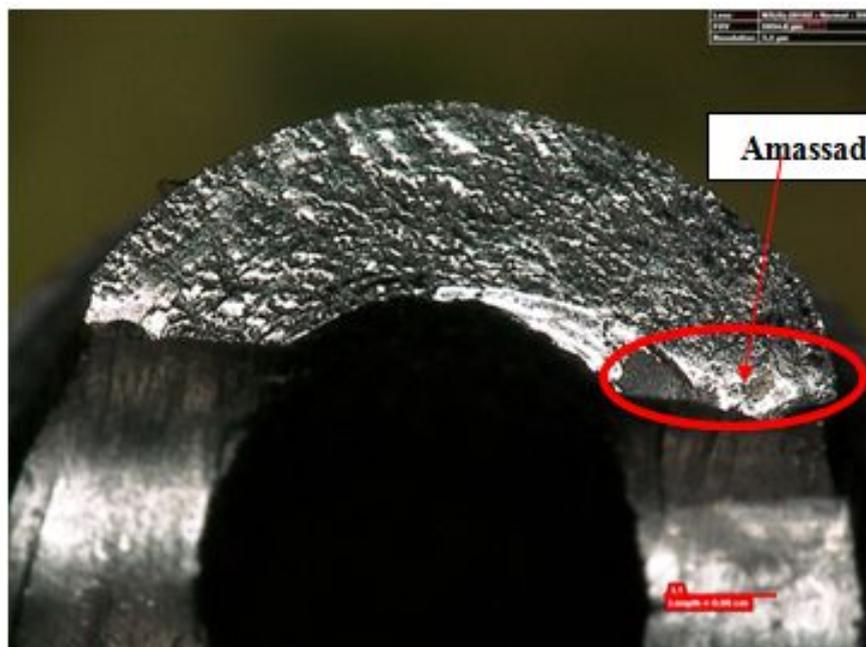


Figura 4 - Região provável de início da trinca.

Nos exames por MEV (Microscopia Eletrônica de Varredura) realizados na superfície de fratura, observaram-se amassados que são características de falha por sobrecarga, conforme pode ser visualizado na região mais escura da superfície nas Figuras 5 e 6.

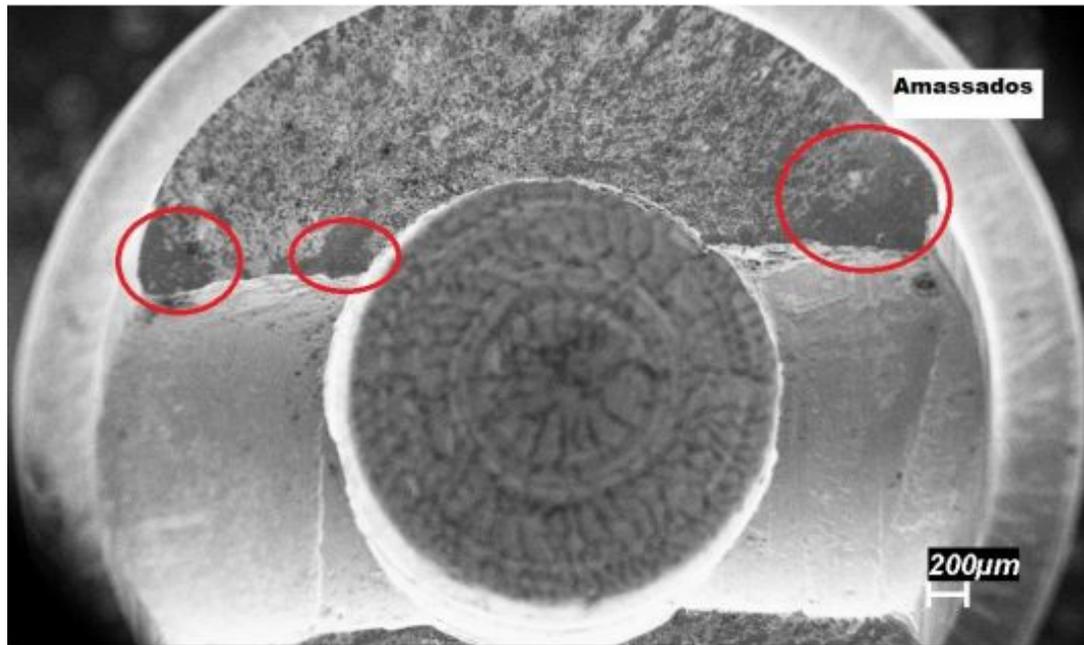


Figura 5 - Superfície de fratura com características típicas de sobrecarga (Parte I).

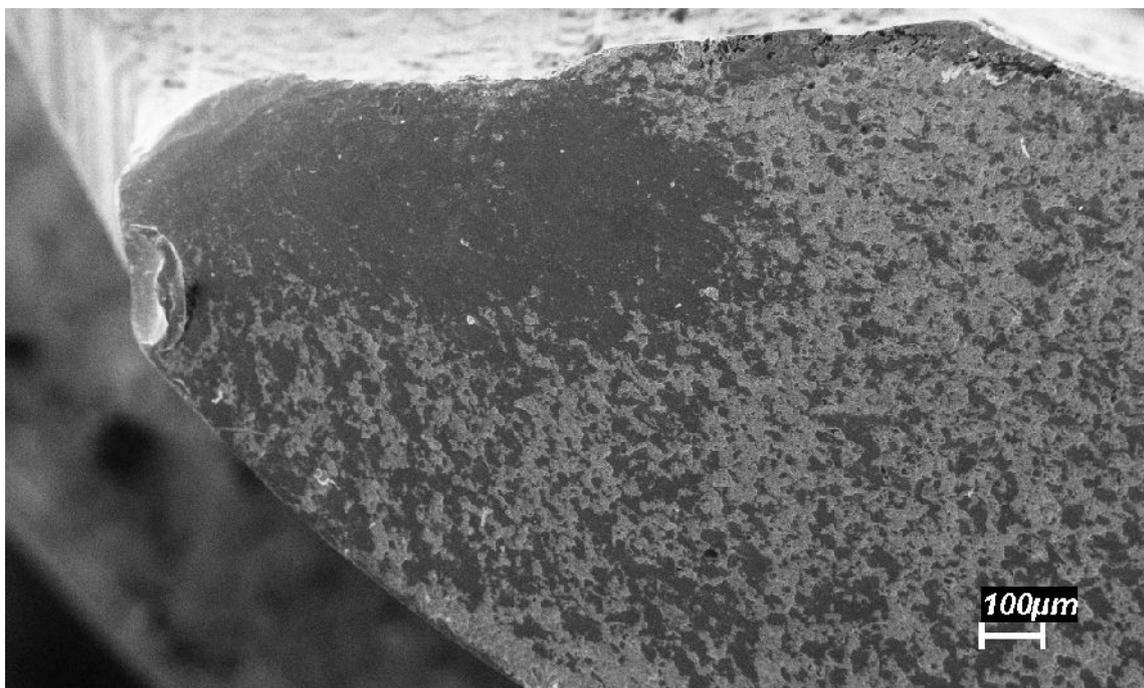


Figura 6 – Superfície de fratura com características típicas de sobrecarga (Parte II).

Ao realizar-se a microscopia eletrônica de varredura, pode-se constatar, com certeza, que a da falha desse material foi sobrecarga, conforme é possível observar na Figura 5, 6 e 7 com maior magnificação na figura 8.

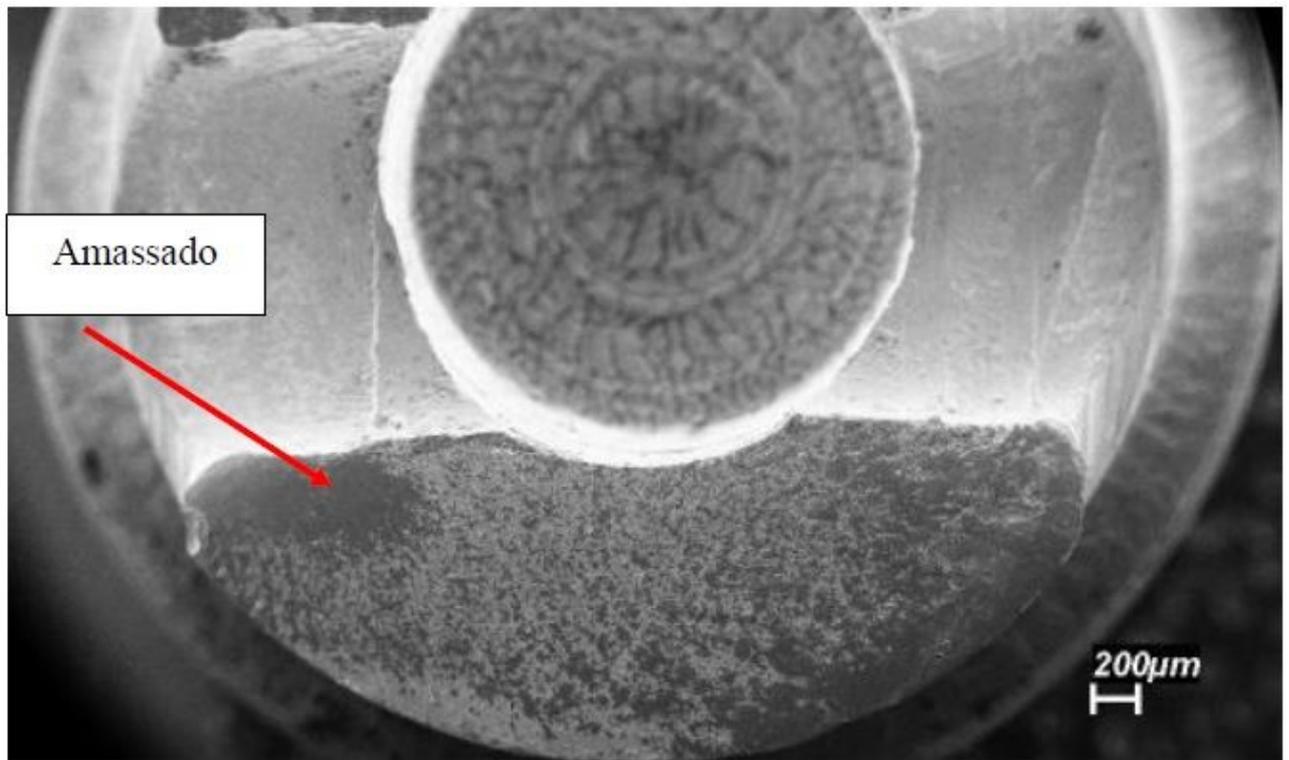


Figura 7 – Superfície de fratura com características típicas de sobrecarga (Parte III).

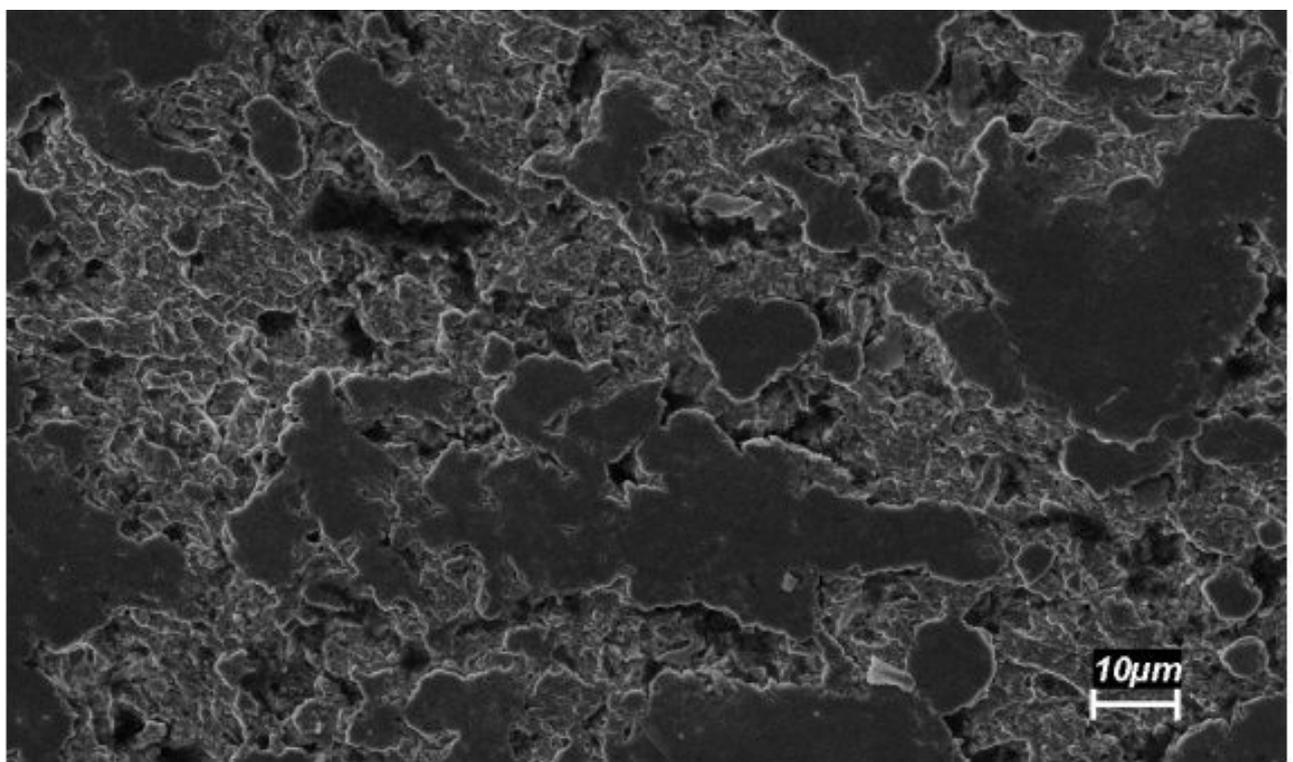


Figura 8 - Superfície de fratura com características típicas de sobrecarga (2,5K x).



4. Próximas Etapas

O projeto não será continuado.

5. Conclusões

Conclui-se que a análise de falhas é de suma importância para segurança da aviação, evitando a ocorrência de novos ou semelhantes acidentes.

De acordo com os resultados obtidos, pode-se dizer que a fratura ocorreu por sobrecarga, devido ao aumento das tensões geradas através de um defeito do material, montagem ou manutenção. Devem-se realizar a partir disso as prevenções corretas e necessárias dos materiais para que essas eventualidades não voltem a ocorrer.

Encaminhado o relatório final por parte da AMR ao CENIPA, o órgão público responsável pelas investigações de acidentes aéreos em todo o Brasil, terá como objetivo a elaboração de um relatório ainda mais complexo, onde todos os fatores, não só o material, será considerado. Com base nisso, todas as ações necessárias para contingência de novos acidentes serão tomadas por parte do CENIPA.

Referências

- [1] Análise de Falhas I. Disponível em: <https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/2792729/mod_resource/content/5/Aula%201.pdf>. Acesso em: 1 de Junho de 2018.

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

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

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

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