

PORTFÓLIO DE SERVIÇO	
CÓDIGO	LCMEEG04
LABORATÓRIO	LCME – LABORATÓRIO DE CARACTERIZAÇÃO MICROESTRUTURAL
DIVISÃO	AMR – DIVISÃO DE MATERIAIS
SUBDIRETORIA	SDEG – SUBDIRETORIA DE ENGENHARIA
DESCRIÇÃO	PREPARAÇÃO DE AMOSTRAS PARA MICROSCOPIA ÓPTICA, ELETRÔNICA DE VARREDURA E METALOGRAFIA.

Descrição do STE

A análise metalográfica por microscopia óptica permite examinar a microestrutura dos materiais e relacioná-la com suas propriedades e processamento. Essa análise oferece uma visão detalhada da microestrutura dos materiais, essencial para aperfeiçoar seu desempenho e adequar as propriedades aos requisitos específicos de aplicação. Um exemplo de imagem obtida pela técnica de microscopia óptica, após a preparação de uma peça de alumínio é apresentado na Figura 1.

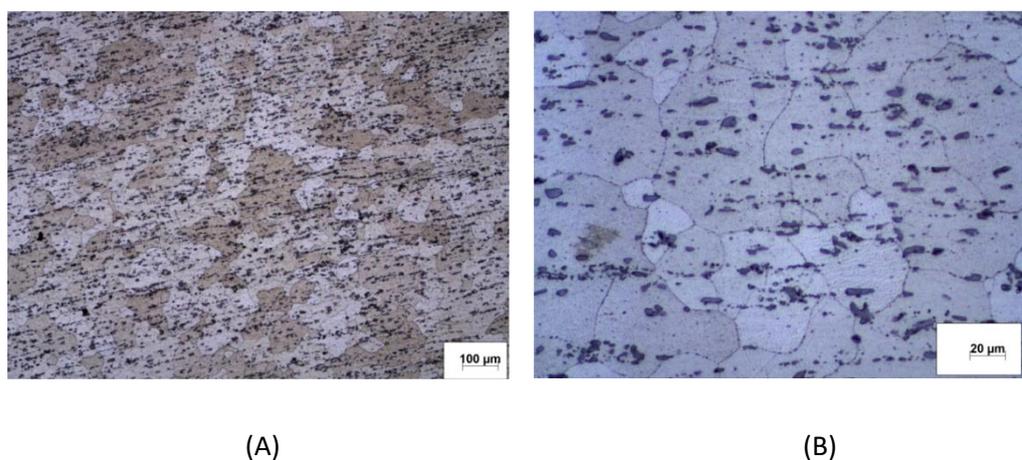


Figura 1. Exemplo de imagem obtida por microscopia óptica em uma amostra preparada para análise metalográfica realizado numa seção da carcaça de alumínio. Observa-se microestrutura de uma liga de alumínio endurecida por precipitação, com os precipitados alinhados no sentido da conformação mecânica e tratamento térmico T4 (solubilizada e envelhecida naturalmente). A - 100x; B - 500x

1. Objetivos da Metalografia:

- **Entendimento da Microestrutura:** Analisar como a estrutura interna dos materiais, como a distribuição de fases e a forma dos grãos, influencia suas propriedades mecânicas, térmicas e químicas.
- **Qualidade e Controle de Processos:** Avaliar a qualidade de materiais e componentes, verificar conformidade com especificações e identificar defeitos ou falhas.

- **Desenvolvimento de Novos Materiais:** Informar sobre a otimização e desenvolvimento de novos materiais com propriedades desejadas para aplicações específicas.

2. Técnica de análise:

- **Microscopia Óptica:** Utiliza luz visível para examinar a microestrutura dos materiais, ideal para observar a forma dos grãos e fases.

3. Aplicações Práticas:

- **Engenharia:** Melhorar o desempenho e a durabilidade dos materiais em aplicações de engenharia.
- **Indústria:** Controle de qualidade e verificação de conformidade de materiais e produtos.
- **Pesquisa e Desenvolvimento:** Investigação e desenvolvimento de novos materiais com propriedades específicas para atender a novas demandas tecnológicas.

A materialografia fornece insights essenciais para garantir a confiabilidade, eficiência e inovação em produtos e processos que utilizam materiais.

4. Preparação de Amostras:

A preparação de amostras para a caracterização materialográfica é uma etapa crucial para a análise da microestrutura e requer um cuidado minucioso para garantir resultados precisos.

A seqüência ordenada de atividades e tarefas da ICT/IAE que serão realizadas para a prestação do serviço técnico especializado na área de preparação de amostras para análise materialográfica é descrito em detalhes a partir do seguinte ordenado de etapas:

As principais etapas e cuidados incluem:

Etapa 1. Reunião inicial com o solicitante para a definição do objetivo da análise, amostragem e seções de interesse.

Etapa 2 . Preparação das amostras abrangendo os seguintes sub-itens:

2.1 Corte:

O Objetivo da etapa de corte é reduzir a amostra a um tamanho adequado. O corte deve ser feito de forma a minimizar o impacto nas características da superfície que será analisada. O corte geralmente é feito em equipamentos Cut-off com discos de SiC refrigerados a água. Em casos especiais, pode ser necessário o corte de precisão com disco diamantado.

2.2 Embutimento:

O embutimento consiste no a encapsulamento da amostra em um material adequado para facilitar o manuseio e a preparação (baquelite ou resina de cura a frio). O objetivo é acilitar o manuseio e a preparação da amostra, garantindo uma superfície plana e representativa.

2.3 Lixamento

O lixamento utiliza lixas d'água em uma sequência de abrasivos cada vez mais finos para obter uma superfície lisa e livre de deformações . Geralmente são utilizadas lixas SiC com granulometria #120, #240, #400 e #600 mesh.

2.4 Polimento

O Polimento é realizado em politrizes com panos de polimento e abrasivos adequados para cada aplicação, como pasta de diamante, alumina e sílica coloidal. Deve-se evitar o sobreaquecimento da amostra e garantir uma superfície livre de riscos e deformações. A limpeza regular dos discos de polimento e o uso de água ou soluções. Devem ser utilizados panos e soluções de polimento específicas para cada aplicação.

2.5 Ataque químico

O ataque químico tem por objetivo revelar a microestrutura através da aplicação de reagentes químicos.

Deve-se escolher o reagente adequado para o material específico e aplicá-lo de maneira uniforme. Controlar o tempo de ataque para evitar a corrosão excessiva ou insuficiente. Após o ataque, a amostra deve ser cuidadosamente lavada e seca para evitar a contaminação e alterações na microestrutura.

Etapa 3 Análise Microscópica preliminar

Após cada etapa de lixamento, polimento e ataque químico é realizada uma análise microscópica preliminar para garantir que a amostra foi preparada adequadamente e que está isenta de riscos, deformações ou outras características que possam comprometer a interpretação da microestrutura observada.

Após a verificação da conformidade da preparação da amostra metalográfica, a mesma será analisada por microscopia óptica.

Pessoal envolvido para realização do STE

O pessoal da ICT necessário para a prestação da STE relacionado com preparação de amostras para análise metalográfica é o efetivo do laboratório de caracterização Micro estrutural da Divisão de Materiais da ICT/IAE.

A eles, de acordo com o Regimento Interno do Instituto de Aeronáutica e Espaço, compete realizar a caracterização de materiais por meio de ensaios de microscopia óptica e eletrônica e ensaios mecânicos. A tabela 1 apresenta a definição do pessoal envolvido no STE. A tabela 2 relaciona o número de servidores envolvidos na prestação do STE.

Tabela 1 – Definição de pesquisadores envolvidos.

Serviço técnico especializado	Pesquisadores envolvidos
Preparação de amostras para análise metalográfica	2 técnicos do LCME alocados no laboratório de metalografia e o chefe do LCME.

Tabela 2 – Número de servidores de nível superior e nível técnico envolvidos nas etapas descritas na seção 4.1.2.

Etapa 1	1 Servidor de Nível Superior
Etapas 2.1 a 2.5	2 servidores de nível médio
Etapa 3	1 servidor de nível médio e um servidor de nível superior.

Insumos, equipamentos e laboratórios utilizados para a realização do STE

Os insumos necessários para Preparação de amostras para análise metalográfica são variados, e dependem das características do material a ser analisado. De modo geral, esses insumos incluem:

Etapa de corte

Material para corte das amostras, incluindo discos de material abrasivo para uso em CUT-OFF, serras de fita ou disco diamantado para corte de precisão em amostras delicadas.

Equipamentos: Cut-off (cortadeira metalográfica) ou Cut-off de precisão (cortadeira metalográfica com disco diamantado))

Etapa de embutimento

- (Material para embutimento a quente (resina baquelite) ou embutimento a frio (resina acrílica)

Equipamentos: embutidora metalográfica

Etapa de lixamento

Material: lixas água com granulometria 120, 240, 400, 600 e 1200 mesh

Equipamentos: lixadeira metalográfica.

Etapa de polimento

Material: panos de polimento específico para cada tipo de material e materiais abrasivos como diamante com granulometrias de 6, 3 e 1 micron, alumina em suspensão

Cronograma de execução do STE

Utilizando como referência as etapas explicitadas na seção 4 estima-se que os tempos de execução atendam ao disposto na Tabela 3. Ressalta-se que variações são esperadas em função da complexidade da configuração estrutural a ser atendida pelo STE.

Tabela 3 – Cronograma das etapas para realização

Etapa 1	2 h
Etapa 2	3 h
Etapa 3	1 h

Tabela 4 – Infraestrutura necessária para realização das etapas preparação de amostras para ensaio metalográfico

Etapa 1	Sala de reunião com recursos midáticos
Etapas 2.1 a 2.5	Cortadeira metalográfica, embutidora metalográfica, lixadeira, politriz, capela para ataque químico
Etapa 3	Microscópio óptico

Eventuais certificações e garantias dos resultados obtidos do STE

Não aplicável.

Formação dos custos unitários/globais do STE

Para o dimensionamento dos custos, o setor administrativo da ICT/IAE será responsável por estabelecer o custo da Hora Laboratório (HL), da Hora Computador (HC) e do Homem Hora (HH) referentes a ICT/IAE. Para a HL, tem-se como composição as horas em energia, do custo de manutenção de

operacionalidade do equipamento e do custo de obsolescência do equipamento diluído em horas utilizadas pelo STE. Para a HC, considera-se o custo dos programas utilizados, de sua atualização e de sua obsolescência. Para o HH, estabelecem-se os valores referentes aos custos de serviços de funcionários de Nível Superior e Nível Médio. A tabela a seguir exibe a composição de custos com base nos valores de HL, HC e HH supracitados.

Tabela 5 – Composição de custos.

	Atividade	Qualificação	Carga Horária (h)	Valor por Hora	Valor Total	
Mão de Obra Dedicada	Etapa 1	Nível Superior	2	R\$ 189,81	R\$ 598,10	
		Nível Técnico	2	R\$ 109,24	218,48	
	Etapa 2.1	Nível Superior	0	R\$ 189,81	0	
		Nível Técnico	0,5	R\$ 109,24	54,62	
	Etapa 2.2	Nível Superior	0	R\$ 189,81	0	
		Nível Técnico	0,5	R\$ 109,24	54,62	
	Etapa 2.3	Nível Superior	0	R\$ 189,81	0	
		Nível Técnico	0,5	R\$ 109,24	54,62	
	Etapa 2.4	Nível Superior	0	R\$ 189,81	0	
		Nível Técnico	0,5	R\$ 109,24	54,62	
	Etapa 2.5	Nível Superior	0	R\$ 189,81	0	
		Nível Técnico	0,5	R\$ 109,24	54,62	
	Etapa 3	Nível Superior	0,5	R\$ 189,81	94,98	
		Nível Técnico	0,5	R\$ 109,24	54,92	
		SUBTOTAL	R\$			1020,73

Equipamentos Dedicados e de Apoio (Consumo Energético e Depreciação)	Tipo de Equipamento (Dedicado ou de Apoio)	Equipamento	Valor de Compra (conforme BMP)	Potência do Equipamento (em Watts)	Tempo de Uso PARA A ATIVIDADE (min)	Tempo de Uso PARA A ATIVIDADE (horas)	Consumo em kWh – Durante o tempo de utilização	Custo de Energia (R\$0,78 por kWh)	Depreciação Estimada por Hora de Uso	Valor Depreciado durante o tempo de uso em R\$
	Etapa 2.1	Cortadeira metalográfica		2610	30	0,5	1,305	1,0179		
	Etapa 2.2	Embutidora metalográfica		750	30	0,5	0,375	0,2925		
	Etapa 2.3	Lixadeira metalográfica		250	30	0,5	0,125	0,0975		
	Etapa 2.4	Politriz metalográfica		250	30	0,5	0,125	0,0975		
	Etapa 2.5	Capela com exaustor		950	30	0,5	0,475	0,3705		
	Etapa 2.6	Microscópio óptico		300	60	1	0,3	0,234		
								R\$ 2,10		

CÁLCULO DO VALOR FINAL DO SERVIÇO	
Mão de Obra Dedicada	R\$ 1020,73
Consumo Energético e Depreciação dos Equipamentos	R\$ 2,10
Depreciação de Instalações	R\$
Material de Consumo/Insumos	R\$ 100,00
TOTAL	R\$ 1122,10

Informações que a contratante deve apresentar para apreciação do grau de inovação do STE

De acordo com o estabelecido na Política de Inovação da ICT/IAE, a contratante deve apresentar mediante Carta ao Instituto um compêndio de informações acerca da necessidade de realização de STE e que estejam enquadrados nos objetivos da Lei de Inovação de nº 10.973/04, mais especificamente os artigos 4º, 6º, 8º, 9º e 22º, e devidamente verificados pelo Chefe da VDIR-GI/IAE. Um encaminhamento formal será enviado para a Coordenadoria de Gestão da Inovação (DCTA-CGI), para enfim serem aprovados pelo Diretor da ICT/IAE.