



## EMENTA DE DISCIPLINA - PPGDR

**CÓDIGO: ME068 - FUNDAMENTOS DE MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA**

**NOME DO PROFESSOR:** Allysson Pontes

**DISCIPLINA:** Obrigatória ( ) Complementar ( X )

**LINHAS DE PESQUISA:**

1. Taxonomia, Sistemática e Evolução da Diversidade Biológica ( X )
2. Ecologia e Conservação dos Recursos Naturais ( )
3. Prospecção e Uso Sustentável da Biodiversidade ( )

### Carga Horária/Créditos

Teórico		Teórico-Prático		Trabalho Orientado/Est. Supervisionado		Total	
Carga Horária	Nº de Créditos	Carga Horária	Nº de Créditos	Carga Horária	Nº de Créditos	Carga Horária	Nº de Créditos
30	2	15	1	-	-	45	3

### EMENTA

Princípio de formação de imagens em microscopia eletrônica. Formação de feixe de elétrons. Interações feixe e amostra. Princípio de funcionamento de microscópio eletrônico de varredura (MEV). Sistema de iluminação, lentes eletrostáticas e magnéticas, e alinhamento da coluna do ME. Métodos usuais de preparação do espécimen biológico para MEV. Medidas Espectrais e Análise Quantitativa de Raios-X. Preparação de Amostras para MEV. Processos de obtenção das imagens.

### OBJETIVOS

Introduzir conceitos de microscopia eletrônica. Discutir óptica eletrônica e sua influência na resolução de análises em microscopia eletrônica. Discutir as interações elétron-matéria e os tipos de informações obtidos de amostras durante suas análises microestruturais. Estudo da geração de raios X contínuos e característicos. Medidas espectrais de raios X utilizando espectrômetros por dispersão de energia (EDS). Discussão sobre técnicas e metodologias de preparação de amostras para MEV. Apresentação e treinamento na utilização de equipamentos de microscopia eletrônica com ênfase em habilitar o interessado em técnicas de microscopia eletrônica de varredura (MEV): manipulação do microscópio eletrônico de varredura e instrumentos periféricos, preparo de amostras, interpretação e registro de imagens.



### **JUSTIFICATIVA**

A microscopia eletrônica é amplamente utilizada para a análise microestrutural de materiais, sendo amplamente utilizada para verificação da existência e distribuição de defeitos, distribuição de fases e caracterização composicional. Também é utilizada, em muitos casos, como controle de qualidade e verificação de parâmetros de processos. A melhor compreensão dos fenômenos físicos que definem a microscopia eletrônica e a interação do feixe de elétrons com a matéria auxilia os alunos a entenderem as limitações deste tipo de análise e as formas com que a mesma pode ser utilizada para análise de materiais e processos. A física envolvida na compreensão da geração de raios X, contínuos e característicos, e a análise espectral dos raios X característicos deve ser melhor entendida pelos alunos para que as análises sejam realizadas minimizando-se os erros associados e intrínsecos às mesmas. O conhecimento dos processos e dos equipamentos de microscopia eletrônica auxilia os alunos a utilizarem a infra-estrutura laboratorial com mais responsabilidade, conseguindo definir as possibilidades de análises e suas limitações. É mostrado claramente que as técnicas de análise existentes devem ser utilizadas de forma complementar e responsável, para auxiliarem na análise completa de materiais e processos. A apresentação de técnicas de preparação de amostras é importante para análises reais de microestruturas, evitando-se a geração de artefatos de preparação que podem alterar as amostras analisadas. A apresentação dos equipamentos e treinamento dos alunos em laboratórios de microscopia eletrônica cria a capacitação para os mesmos utilizarem, de forma independente, os recursos laboratoriais em seus trabalhos de pós-graduação.

### **METODOLOGIA DE ENSINO**

- Aulas expositivas e interativas,
- Seminários,
- Discussão de artigos da literatura.

### **RECURSOS DIDÁTICOS**

- Quadro Branco;
- Retro projetor;
- Aulas dinâmicas com Multimídia;
- Internet;
- Aulas práticas no MEV.

### **PROCEDIMENTOS DE AVALIAÇÃO**

- Seminários;
- Discussão de artigos da literatura;
- Participação ativa nas aulas.



## CONTEÚDO PROGRAMÁTICO

### PROGRAMA ANALÍTICO DAS AULAS DE PRELEÇÃO – TEÓRICO

1. Introdução - Princípios e diferenças entre Microscopia Ótica e Eletrônica; Características dos vários tipos de microscopias; Introdução aos equipamentos e colunas de MEV, MET e ESEM e STEM; Interações elétrons-matéria; Tipos de detectores mais usados; Análise quantitativa; Estudos e apresentações de casos reais.
2. Ótica Eletrônica - Geração do feixe de elétrons; Tipos e características dos canhões de elétrons mais usados (electron guns: W, LaB6, FE); Conceito de brilho; Lentes para elétrons: condensadoras, objetivas, foco, spot size, efeito do tamanho da abertura, efeito da distância de trabalho, efeito da lente condensadora; Aberrações das lentes; Relação entre diâmetro e corrente de feixe; Medidas dos parâmetros de um microscópio.
3. Interações Elétrons-Matéria - Espalhamento eletrônico; Volume de interação; Espalhamento elástico: elétrons retroespalhados; Espalhamento inelástico: elétrons secundários, raios-X, elétrons Auger, catodoluminescência; Aquecimento da amostra.
4. Princípio de Formação de Imagens - Magnificação; Profundidade de foco; Distorções de imagens; Detectores de elétrons: funcionamento; Resolução.
5. MEV - Princípios de funcionamento e apresentação dos componentes de um MEV; Formação de imagem por varredura de feixe; Construção da imagem; Mecanismos de contraste: composicional e topográfico; Processamento das imagens; Artefatos nas imagens de MEV: contaminação, carregamento, preparação de amostras; Imagens especiais: grande profundidade de foco, alta resolução, alta corrente de feixe para qualidade de imagem e microanálise de raios-X; Diferenças entre MEV de alto vácuo, baixo vácuo e ambiental; Exemplos de imagens e utilizações do MEV.
6. Medidas Espectrais de Raios-X - O espectrômetro WDS: princípios, detector de raios-X, geração de espectro; O espectrômetro EDS: princípios, processo de detecção, geração de espectro, artefatos do processo de detecção; Comparação entre WDS e EDS; Análise qualitativa de raios-X com WDS e EDS; Mapeamento de raios-X.
7. Análise Quantitativa de Raios-X - Limites de detecção em WDS e EDS; Fatores ZAF de correção: efeito do número atômico, efeito da absorção de raios-X, efeito da fluorescência de raios-X, a técnica de correção iterativa do fator ZAF; Análise sem padrões; Determinação e importância dos padrões de análise; Estudo de casos reais de análise qualitativa e quantitativa de raios-X.
8. Preparação de Amostras para MEV - Montagem; Polimento; Ataques eletroquímicos; Fraturas; Recobrimento e técnicas de aumento de condutividade; Diferenças de preparação: amostras inorgânicas, amostras orgânicas, semicondutores, pós, partículas e fibras; Hidratação e desidratação de amostras; Armazenamento de amostras. Trabalhos de preparação em laboratório.
9. Utilização e Operação de MEV em Laboratórios Operacionais - Análise das amostras preparadas

**PRÁTICA:** Técnicas de preparo de microscopia eletrônica de Varredura. 1. Preparo de material biológico para observação ao MEV. 1. Coleta, seleção e limpeza de amostras. 2. Estabilização da forma: fixação. Desidratação e secagem de amostras pelo método do ponto crítico ou químico. Montagem e metalização.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

DE SOUZA, W. Técnicas de Microscopia Eletrônica Aplicadas às Ciências Biológicas. 3 ed. Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Microscopia, 2011. 420 p.

HAYAT, M.A. Microscopy, immunohistochemistry, and antigen retrieval methods: for light and electron microscopy. New York, NY.: Kluwer Academic / Plenum Publishers, 2002. 360 p.

HOROBIN, R.; KIERNAN, J. Conn's biological stains: a handbook of dyes, stains and fluorochromes for use in biology and medicine. 10 ed. Oxford: Bios Scientific Publishers, 2002. 502 p.

KUO, J. Electron microscopy: methods and protocols. 2 ed.

Totowa, N.J.: Humana Press, 2007. 608 p.

MANNHEIMER, W.A.; SCHMIDT, P.F.; WILLIAMS, D.B. Microscopia dos Materiais. Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Microscopia e Microanálise, 2002. 226 p.

REIMER, L., HAWKES, P.W. Scanning Electron Microscopy: Physics of Image Formation and Microanalysis (Springer Series in Optical Sciences) Paperback – October 4, 2013.