

- 1) TÍTULO: Tópico: Operação e interpretação de dados de microscópio eletrônico de varredura de bancada
- 2) PROFESSOR: Karla Balzuweit
- 3) CARGA HORÁRIA: 4horas-aula semanais (em 1 dia/turno): 60horas aula
- 4) Número máximo de alunos: 6; disciplina experimental (diurno)  
ALUNOS-ALVO: alunos de pós-graduação das áreas de exatas e da terra, engenharias, saúde e humanas.

5) EMENTA / PROGRAMA:

OBJETIVOS:

Aprender as operações básicas de rotina do microscópio eletrônico de varredura (MEV) de bancada Hitachi TM4000Plus do LCPNano com a escolha adequada de parâmetros e sensores para cada tipo de amostra e problema.

Aprender a montar as amostras adequadamente.

Aprender os conceitos básicos envolvidos.

Aprender a utilizar softwares livre (FIJI e DTSaII) na interpretação dos dados.

- 1) Introdução: Tipos de microscópios: microscópio óptico, microscópio eletrônico de transmissão, microscópio eletrônico de varredura e informações obtidas em microscópios eletrônicos: morfológicas, químicas e estruturais: Imagem de elétrons secundários, imagem de elétrons retroespalhados, imagem de difração, espectroscopias, padrões de difração.
  - 2) Noções de imagens/dados 1D, 2D, 3D e 4D, resoluções, ajustes, metadados, interoperabilidade, F.A.I.R data.
  - 3) Operação do microscópio eletrônico de varredura em alto e baixo vácuo, obtenção de imagens de elétrons secundários e retroespalhados.
  - 4) Procedimentos de preparação de amostras e montagem/preparação das amostras dos alunos.
  - 5) Noções de Mecânica Quântica: interação da radiação com a matéria: espalhamento elástico e espalhamento inelástico, e operação do espectrômetro de energia dispersiva de raio-x (EDS) AztecOne da Oxford do MEV de bancada nos modos de aquisição de ponto, linha e mapa.
  - 6) Noções de microscopia eletrônica de transmissão, cristalografia e espaço direto/recíproco, se o tempo permitir.
- 6) PRÉ- REQUISITO: o aluno deve providenciar uma amostra sólida passível de ser observada no microscópio eletrônico de varredura de bancada Hitachi TM4000Plus do LCPNano e o problema científico/tecnológico a ser resolvido com esta amostra.
- Observações sobre as amostras:
- 1) Dimensões máximas: 5mm de altura e 10mm de diâmetro ou 10mm x10mm.
  - 2) Material nanoparticulado com dimensões menores que 20nm não é passível de ser utilizado.
  - 3) Amostras que necessitem de embutimento em resina devem ser trazidas já embutidas e polidas.
  - 4) Amostras da área da saúde já devem vir fixadas e contrastadas.
- 7) AVALIAÇÃO:
- 1) Avaliação da operação do microscópio eletrônico de varredura com amostras diversas: aquisição de imagens de elétrons secundários e retroespalhados, espectros de EDS e mapas de EDS – 40pt.
  - 2) Apresentação das medidas e interpretação dos dados obtidos da amostra e problema científico/tecnológico apresentado pelo aluno – 40pt.
  - 3) 2 tarefas adicionais – 20pt.

8) BIBLIOGRAFIA:

- 1) Procedimentos operacionais do microscópio eletrônico de bancada Hitachi TM4000Plus e do detector de EDS AZTEC One da Oxford.
  - 2) Manual de operação do microscópio eletrônico de bancada Hitachi TM4000Plus. Manual de operação do detector de EDS Aztec One da Oxford.
  - 3) Tutoriais FIJI/Image J: <https://fiji.sc/>
  - 4) Tutoriais DTSA II (<https://www.nist.gov/services-resources/software/nist-dtsa-ii>)  
Bibliografia complementar:
  - 5) Electron Microscopy and Analysis; P.J.Goodhew, J. Humphreys, R. Beanland; Taylor and Francis (2001).
  - 6) Scanning Electron Microscopy and X-ray microanalysis; J. I. Goldstein, D.E. Newbury, P. Echlin, D.C. Joy, A. D. Romig, C. E. Lyman, C. Fiori, E. Lifshin , Plenum Press (1992).
  - 7) Scanning Electron Microscopy: Physics of image formation and microanalysis, L. Reimer, 2<sup>nd</sup> ed. Springer (1998).
  - 8) Digital Image processing, R.C. Gonzalez, R.E. Woods, Pearson (2007).
  - 9) Transmission Electron microscopy: a textbook for materials science; D.B. Williams and C.B.Carter; Plenum Pub. Vol 1 (1996). The basics of Crystallography and Diffraction, C. Hammond (2001), Oxford. International Tables for Crystallography vol. A, (2005), 5<sup>th</sup> ed. Springer.
- 9) EQUIPAMENTO A SER UTILIZADO: MEV de bancada Hitachi TM4000Plus com espectrômetro de energia dispersiva de raio -x (EDS) Aztec One da Oxford, do LCPNano (Departamento de Física – ICEX).
- 10) Obs: se necessário, podem ser marcadas 2 aulas extras para o esclarecimento de conceitos físicos básicos presentes nos cursos de graduação das áreas de exatas, da terra e engenharias, mas ausentes em algumas das áreas da saúde e humanas.