

Campus: São José dos Campos		
Curso (s): Engenharia de Materiais		
Unidade Curricular (UC): Técnicas Experimentais		
Unidade Curricular (UC): <i>Experimental Techniques</i>		
Unidade Curricular (UC): <i>[nome da UC em espanhol - opcional]</i>		
Código da UC: 5787		
Docente Responsável/Departamento: Aline Capella e Ana Paula F. Albers / DCT		Contato (e-mail): <a href="mailto:aline.capella@unifesp.br">aline.capella@unifesp.br</a> <a href="mailto:ana.albers@unifesp.br">ana.albers@unifesp.br</a>
Docente (s) Colaborador/a (es/as)/Departamento (s): não se aplica		Contato (e-mail): [opcional]
Ano letivo: 2023	Termo: 7	Turno: Integral
Nome do Grupo/Módulo/Eixo da UC (se houver):		Idioma predominante em que a UC será oferecida: ( x ) Português ( ) English ( ) Español ( ) Français ( ) Libras ( ) Outro:
UC: (x) Fixa ( ) Eletiva ( ) Optativa	Oferecida como: (x) Disciplina ( ) Módulo ( ) Estágio ( ) Outro:	Oferta da UC: (x) Semestral ( ) Anual
Ambiente Virtual de Aprendizagem: ( ) Moodle (x) Classroom ( ) Outro: ( ) Não se aplica		
Pré-Requisito (s) - Indicar Código e Nome (s) da (s) UC: 5142 Materiais Cerâmicos, 5143 Materiais Metálicos, 5144 Materiais Poliméricos		
Carga horária total (em horas): 72		
Carga horária teórica (em horas): 40	Carga horária prática (em horas): 24	Carga horária de extensão (em horas): 8
Se houver atividades de extensão, indicar código e nome do projeto ou programa vinculado na Pró-Reitoria de Extensão e Cultura (ProEC): 21530 – Materializar na Indústria		
Ementa:  <i>Caracterização de partículas e sistemas particulados. Técnicas de raios-X: Conceito de onda, descrição do movimento ondulatório, equação geral da onda, propagação da onda. Difração e fluorescência de raios-X. Microscopia: Microscopia óptica. Microscopia eletrônica de varredura. Microscopia eletrônica de transmissão. Análise da rugosidade superficial: parâmetros e avaliação da rugosidade. Análises térmicas: análise térmica diferencial; calorimetria diferencial de varredura; análise termogravimétrica e análise dilatométrica. Espectroscopia no ultravioleta visível. Espectroscopia na região do infravermelho. Espectroscopia RAMAN. Atividades de extensão que articulem, simultaneamente, teoria, prática e seu contexto de aplicação, necessárias para o desenvolvimento das competências, estabelecidas no perfil do egresso. Poderão ser realizadas visitas técnicas, de acordo com a disponibilidade.</i>		
Conteúdo programático:  A - Caracterização de partículas e sistemas particulados 1. Caracterização de partículas: definições de diâmetro equivalente, fator de forma, esfericidade. 2. Técnicas de medida de partículas: microscopia, peneiramento, sedimentação (gravitacional e centrífuga), elutrição e difração de laser. 3. Densidade dos pós: densidade volumétrica, densidade aparente, densidade real (princípio de Arquimedes e picnometria de hélio). 4. Área superficial e porosidade: Adsorção de gases. Isotérmicas de adsorção. Teorias de Langmuir e BET. Análise de porosidade por adsorção.		

*B - Técnicas de raios-X:*

- 1. Conceito de onda: descrição do movimento ondulatório, equação geral da onda, propagação da onda e velocidade de grupo.*
- 2. Difractometria de Raios-X (DRX): o fenômeno da difração. Lei de Bragg. Configuração do equipamento. Aplicações: medidas de fase, tensão residual, microtensão e tamanho do cristalito. Preparação da amostra: amostra sólida e amostra em pó.*
- 3. Fluorescência de Raios-X (FRX): WD-XRF e ED-XRF. Aplicação.*

*C – Microscopia*

- 1. Microscopia óptica (MO): fundamentos básicos do microscópio óptico, componentes do equipamento, análise em campo claro, análise em campo escuro, aplicações do microscópio óptico.*
- 2. Microscopia eletrônica de varredura (MEV): fundamentos básicos do MEV, componentes do MEV, contraste de voltagem, imagem de elétrons secundários, imagem de elétrons retroespalhados, preparação de amostras de materiais poliméricos, metálicos e semicondutores.*
- 3. Microscopia eletrônica de transmissão (MET): princípio de operação, componentes do MET, formação de imagem e padrões de difração, aplicações, preparação da amostra de materiais poliméricos, orgânicos e metálicos*

*D - Análise da rugosidade superficial*

- 1. Conceitos, aplicações e influência do acabamento superficial.*
- 2. Parâmetros de rugosidade: superfície geométrica, real e efetiva, linha média, percursos (inicial, de medição, final e total), comprimento de amostragem (cut-off) e filtros de rugosidade.*
- 3. Avaliação da rugosidade: rugosidade média (Ra), rugosidade total (Rt), rugosidade parcial (Zi), rugosidade máxima (Ry), rugosidade média quadrática (Rq), rugosidade de profundidade média (Rz), rugosidade média do terceiro pico e vale (R3Z).*
- 4. Instrumentos de medição: rugosímetros, perfilômetros mecânico e óptico, microscópio de força atômica (AFM).*

*E - Análises Térmicas*

- 1. Apresentação das técnicas de análises térmicas: análise térmica diferencial (DTA); calorimetria diferencial de varredura (DSC); análise termogravimétrica (TGA) e análise dilatométrica (DIL).*
- 2. Princípios, funcionamento de equipamento, aplicações e limitações de cada técnica.*

*F - Espectroscopia*

- 1. Espectroscopia no ultravioleta visível (UV/VIS): o espectro eletromagnético. Lei de Lambert-Beer. Reta de Calibração. Princípios de funcionamento do equipamento, aplicações e limitações.*
- 2. Espectroscopia de infravermelho (FTIR): vibrações moleculares e modos de vibração. Regras de Seleção. Espectrômetros dispersivos e de transformada de Fourier. Preparação de amostras: pastilhas de KBr e de polietileno. Guia de interpretação de espectros.*
- 3. Espectroscopia RAMAN: princípios de funcionamento do equipamento, aplicações e limitações da técnica.*

**Objetivos:**

Gerais:

*Fornecer aos alunos conhecimentos básicos sobre as várias técnicas de caracterização de materiais, com o propósito de permitir a aplicação na solução de problemas relativos à fabricação e análise de falhas de materiais e produtos.*

Específicos:

*O aluno será capaz de:*

- Desenvolver conhecimentos científicos e técnicos necessários à seleção das análises mais adequadas para caracterizar um determinado tipo de material.*
- Desenvolver a fundamentação científica necessária à programação do ensaio e à análise e interpretação dos resultados obtidos.*

**Metodologia de ensino:**

*Aulas expositivas com apresentação de conceitos e discussão de aplicações. Estudos de casos aplicados em sala. Aulas práticas.*

**Avaliação:**

*Ao longo do semestre serão aplicados:*

- 1. Estudos de casos/exercícios (EC) em sala, que serão analisados e poderão ser aplicados para elaboração de material de divulgação técnica científica de extensão universitária, onde o valor da média aritmética atribuída em cada um deles irá compor o conceito final (CF).*
- 2. Avaliação (AV) individual em sala, onde o valor atribuído irá compor o CF.*
- 3. Entrega e apresentação de material de divulgação (MD) para extensão universitária, onde o valor da média aritmética atribuída irá compor o conceito final (CF).*

*O CF será calculado da seguinte forma:*

$$CF = [(média\_aritmética\_EC)*0,25]+(AV*0,50)+[(média\_aritmética\_MD)*0,25]$$

*O discente será considerado aprovado se tiver 75% de presença e CF maior ou igual a 6.*

*Caso o CF seja  $\geq 3,0$  e  $<6,0$  – discente deverá realizar Exame Final.*

*Caso o CF seja  $<3,0$  – discente reprovado na UC.*

Bibliografia:

Básica:

1. MANNHEIMER, W.A. *Microscopia dos materiais: uma introdução*. [s.l.]: [s.n.], 2002. [p.irr.] ISBN 978-85-87922-54-0.
2. SALA, O. *Fundamentos de espectroscopia Raman e no infravermelho*. 2.ed. São Paulo: Ed. Unesp, 2008. ISBN 9788571398689.
3. MOTHÉ, C.G.; AZEVEDO, A.D. *Análise térmica de materiais*. São Paulo: Artliber, 2009. 324 p. ISBN 9788588098497.
4. CULLITY, B.D.; STOCK, S.R. *Elements of x-ray diffraction*. 3rd ed. Upper Saddle River, NJ: Prentice-Hall, c2001. 678 p. ISBN 9780201610918.
5. HALLIDAY, D.; WALKER, J. *Fundamentos de física, volume 2: gravitação, ondas e termodinâmica*. Rio de Janeiro: LTC, 2011. 295 p. LTC. ISBN 978-85-216-1606-1.

Complementar:

1. Merkus, H.G. *Particle Size Measurements: Fundamentals, Practice, Quality*. Ed. Springer, 2009.
2. Allen, T. *Particle Size Measurement, Volume 1*, Ed. Springer; 5th edition, 1996.
3. Ergeton, R. F. *Physical Principles of Electron Microscopy: An Introduction to TEM, SEM, and AEM*. Ed. Springer, 2010.
4. BRANDON, D.; KAPLAN, W.D. *Microstructural characterization of materials*. 2nd ed. Chichester (GBR): John Wiley & Sons, 2008. 536 p. ISBN 9780470027851.
5. Whitehouse, D. *Surfaces and their Measurement*. Ed. Hermes Penton Science, 2002.
6. Brown, M.E. *Introduction to Thermal Analysis: Techniques and Applications*. eD. Springer; 2nd edition, 2001.
7. HOLLAS, J. Michael. *Modern spectroscopy*. 4th ed. Chichester: John Wiley & Sons, 2004. 452 p. ISBN 0470844167.

Cronograma: [opcional]