

**DEPARTAMENTO:** Física / Engenharia Mecânica**DISCIPLINA:** Tópicos Especiais – Ciência e Tecnologia de Filmes Finos**SIGLA:** CTF**CARGA HORÁRIA TOTAL:** 60**TEORIA:** 50**PRÁTICA:** 10**CÓDIGO:** 253**CURSO:** Programa de Pós-Graduação em Ciência e Engenharia de Materiais – PGCEM / Mestrado e Doutorado**SEMESTRE/ANO:** 2/2013**PRÉ-REQUISITOS:****PROFESSOR RESPONSÁVEL:** Professor Dr. Abel André Cândido Recco**OBJETIVO GERAL DA DISCIPLINA**

- Estudar os principais aspectos relacionados ao crescimento de filmes finos, abrangendo suas propriedades físicas, as técnicas de caracterização e suas aplicações tecnológicas.

**EMENTA**

- Teoria cinética de gases. Tecnologia de vácuo. Mecanismos de formação de filmes. Processos de deposição de filmes. Caracterização e suas aplicações tecnológicas.

**CONTEÚDO PROGRAMÁTICO****Unidade 1: Introdução**

1.1 Filmes finos e aplicações

1.2 Principais processos de preparação, etapas de crescimento, processos de caracterização e aplicações.

**Unidade 2: Cinética de gases**

2.1 Gases e vapores, distribuição de velocidades e fluxo incidente.

2.2 Equação de Knudsen

2.3 Livre caminho médio

2.4 Propriedades de transporte: Difusão, viscosidade e transmissão de calor.

**Unidade 3: Tecnologia de vácuo**

3.1 Sistemas de bombeamento

3.2 Câmara de vácuo

3.3 Medida de pressão

**Unidade 4: Processo de deposição por evaporação**

- 4.1 Termodinâmica da evaporação
- 4.2 Taxa de evaporação
- 4.3 Fontes de evaporação
- 4.4 Evaporação de ligas
- 4.5 Equipamentos de evaporação
- 4.6 Aplicações tecnológicas

**Unidade 5: Mecanismos de formação de filmes**

- 5.1 Adsorção
- 5.2 Difusão superficial
- 5.3 Nucleação
- 5.4 Estruturação
- 5.5 Interfaces e stress

**Unidade 6: Deposição química em fase vapor-CVD**

- 6.1 Tipos de reatores
- 6.2 Termodinâmica do processo CVD
- 6.3 Transporte de gás
- 6.4 Cinética de crescimento do filme

**Unidade 7: Deposição por feixes**

- 7.1 Feixes de elétrons
- 7.2 Laser pulsados.

**Unidade 8: Deposição por plasma.**

- 8.1 Estrutura do plasma
- 8.2 Sputtering DC e RF
- 8.3 Magnetrons sputtering
- 8.4 Deposição reativa por magnetron sputtering
- 8.5 Equipamentos

**Unidade 9: Caracterização de filmes finos.**

- 9.1 Difração de raios X
- 9.2 Microscopia eletrônica de varredura
- 9.3 Microscopia de força atômica
- 9.4 Scratch test
- 9.5 Nanoindentação
- 9.6 Composição química.
- 9.7 Medida da espessura

**Unidade 10: Aplicações de filmes finos**

- 10.1 Aplicações tribológicas
- 10.2 Microeletrônica
- 10.3 Filmes foto e eletro-sensíveis

### **METODOLOGIA PROPOSTA**

- Aulas expositivas da matéria, exercícios, trabalhos em grupo, realização de experimentos em laboratório.

### **AVALIAÇÃO**

- Unidades 1 à 5 Uma prova escrita e um trabalho
- Unidades 5 à 10 Uma prova escrita e um trabalho

### **BIBLIOGRAFIA**

- 1- OHRING, Milton. Materials science of thin films: deposition and structure. 2nd ed. New York: Academic Press, 2002.
- 2- MARTIN, Peter M. Handbook of deposition technologies for films and coatings: science, applications and technology. 3rd ed. New York: Elsevier, 2010.
- 3- CHOPRA, Kasturi L. Thin film phenomena. 1 ed. New York: McGraw-Hill, 1969.