

# MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E DO DESPORTO

SECRETARIA DA EDUCAÇÃO SUPERIOR

## CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA CELSO SUCKOW DA FONSECA

CURSO DE ENGENHARIA METALÚRGICA – UNIDADE ANGRA DOS REIS

DEPARTAMENTO	PLANO DE CURSO DA DISCIPLINA
Engenharia Metalúrgica	Transformação de Fases

CÓDIGO	PERÍODO	ANO	SEMESTRE	PRÉ-REQUISITOS
GMETAR 1504	5º	2019	2º	GMETAR1401 – Ciência dos Materiais
CRÉDITOS	AULAS/SEMANA			TOTAL DE AULAS NO SEMESTRE
4	TEÓRICA	PRÁTICA	ESTÁGIO	72
	4	0	0	

EMENTA
Difusão no estado sólido. Leis de Fick, interdifusão, equação de Darken, Efeito Kirkendall e definição de interface; termodinâmica e cinética das transformações de fases. Apresentar conceitos fundamentais da solidificação, nucleação, crescimento. Curvas TTT e TRC. Aspectos empíricos da cinética das reações: Equação cinética de reações homogêneas. Equação cinética de reações heterogêneas. Equação de Avrami. Recuperação, recristalização, crescimento de grão e textura. Transformações martensíticas.

BIBLIOGRAFIA
<b>Bibliografia Básica:</b> <ol style="list-style-type: none"><li>RIOS, Paulo Rangel; PADILHA, Angelo Fernando, 1951-. <b>Transformações de fase</b>. São Paulo: Artliber, 2007. 215 p., il. ISBN 8588098369 (broch.).</li><li>HILLERT, Mats. <b>Phase equilibria, phase diagrams and phase transformations: their thermodynamic basis</b>. 2nd ed. Cambridge: Cambridge University Press, 2008. xiv, 510 p., il. ISBN 9780521853514 (Enc.).</li><li>PADILHA, Angelo Fernando, 1951-; SICILIANO JR., Fulvio. <b>Encruamento, recristalização, crescimento de grãos e textura</b>. 3. ed. rev e ampl. São Paulo: Associação Brasileira de Metalurgia e Materiais, 2005. 232 p., il. ISBN 858677880x.</li></ol> <b>Bibliografia Complementar:</b> <ol style="list-style-type: none"><li>COLPAERT, Hubertus. <b>Metalografia dos produtos siderúrgicos comuns</b>. 4. ed. rev. e atual. por: André Luiz V. da Costa e Silva São Paulo: E. Blucher, c2008. xx, 652 p., il. Inclui bibliografia e índice. ISBN 9788521204497 (enc.).</li><li>ASKELAND, Donald R.; WRIGHT, Wendelin J. <b>Ciência e engenharia dos materiais</b>. São Paulo: Cengage Learning, 2014. xvii, 648 p., il. ISBN 9788522112852 (broch.).</li><li>CO SILVA, André Luiz V. da Costa e (André Luiz Vasconcelos da Costa e), 1953-; MEI, Paulo Roberto, 1953-. <b>Aços e ligas especiais</b>. 3. ed. rev. São Paulo: Blucher, 2010. 646 p., il. Bibliografia: p. 613-614. ISBN 9788521205180 (broch.).</li><li>BRANDT, D. A.; WARNER, J. C. <b>Metallurgy Fundamentals - Ferrous and Nonferrous</b>. 5 Ed., Editora Goodheart-Willcox Publisher; 2009</li><li>CHIAVERINI, Vicente, 1914-; ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE METALURGIA E MATERIAIS. <b>Aços e ferros fundidos: características gerais, tratamentos térmicos, principais tipos</b>. 7. ed. ampl. e rev. São Paulo: Associação Brasileira de Metais, 1996. 599 p., il. Bibliografia: p. 575-582. ISBN 8586778485; 9788577370412 (broch.).</li></ol>

### OBJETIVOS GERAIS

Apresentar ao aluno os principais aspectos sobre transformações de fases em materiais metálicos abrangendo conceitos de transformações difusionais, adifusionais e relacionando com problemas práticos encontrados nas empresas de processamento e transformações de materiais.

### METODOLOGIA

- Exposição didática com a participação dos alunos.
- Exercícios e análise de textos (técnicos, publicações de jornais, revistas especializadas).

### CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO

A avaliação pode ser feita por: provas e trabalhos em grupo e/ou seminários.

### CHEFE DO DEPARTAMENTO

NOME	ASSINATURA

### PROFESSOR RESPONSÁVEL PELA DISCIPLINA

NOME	ASSINATURA

APROVADO PELO CONSELHO DEPARTAMENTAL EM: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

### PROGRAMA

<p><b>1- Difusão</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Introdução à difusão no estado sólido.</li><li>- Coeficiente de difusão.</li><li>- Leis de Fick.</li><li>- Difusão em soluções diluídas e na presença de um gradiente de concentração.</li><li>- Efeito Kirkendall e interface de Matano.</li></ul> <p><b>2- Início das transformações de fases</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Introdução</li><li>- Nucleação homogênea e energia livre para nucleação homogênea;</li><li>- Nucleação heterogênea (superfície, precipitados e contornos);</li><li>- Interface coerente e interface incoerente;</li><li>- Crescimento nas reações no estado sólido (Equação de JMAK)</li></ul> <p><b>3- Recuperação, Recristalização e Crescimento de grão</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Introdução aos conceitos de recuperação, recristalização, crescimento de grão e textura em materiais metálicos;</li><li>- Relação da recuperação, recristalização e crescimento de grão com conceitos termodinâmicos e metalúrgicos;</li><li>- Competição entre recuperação e recristalização;</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Recuperação e recristalização dinâmica.</li></ul> <p><b>4 - Transformação Eutetóide:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- A Reação Austenita-Perlita: Fatores que afetam a Nucleação e Crescimento.</li><li>- Mecanismos e Morfologia. Curvas TTT e TRC.</li><li>- Influência dos Elementos de Liga na curva TTT;</li></ul> <p><b>5- Precipitação:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Tratamento de Solubilização e Envelhecimento. (Zonas de Guinier-Preston)</li><li>- Relação Cristalográfica dos Precipitados e decomposição Espinoidal.</li><li>- Endurecimento por Precipitação (Mecanismo de Orowan)</li><li>- Estudo de Ligas que Endurecidas por Precipitação.</li></ul> <p><b>6- Transformação Martensítica:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Reação Austenita-Martensita.</li><li>- Cristalografia da Transformação Martensítica.</li><li>- Distorção de Bain.</li><li>- Mecanismo de Transformação Martensítica. (Transformação Atérmica, Termoelástica)</li><li>- Estudo de Transformações Martensíticas em Ligas não Ferrosas.</li></ul>
--	---