



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO

INSTITUTO FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO

CAMPUS VITÓRIA

Avenida Vitória, 1729 – Jucutuquara – 29040-780 – Vitória – ES

27 3331-2110

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA METALÚRGICA E DE MATERIAIS

PLANO DE ENSINO

UNIDADE CURRICULAR: TRANSFORMAÇÕES DE FASES	
PROFESSOR: ADONIAS RIBEIRO F. JÚNIOR	CARGA HORÁRIA: 45
OBJETIVOS	
Geral: Estudar as transformações de fases e transformações microestruturas em ligas ferrosas e não ferrosas, entre outros, bem como a cinética dessas transformações.	
Específicos: - Entender os fenômenos envolvidos em solidificação, tratamento térmico de ligas ferrosas e não ferrosas, por meio de diagramas de fases (de equilíbrio e não equilíbrio), análises microestruturais - Compreender a relação existente entre as transformações de fases e variáveis (tempo, temperatura e composição) sobre o desenvolvimento da microestrutura resultante, bem como sobre as propriedades mecânicas.	
EMENTA	
1- Introdução às transformações de fases; Estabilidade de fases; Energia livre de soluções sólidas. 2- Solidificação: nucleação e crescimento de um sólido puro; Solidificação de ligas. Regra das fases de Gibbs; Potencial termodinâmico para solidificação. Sistemas binários. Diagramas binários isomorfos. Fases ordenadas. Compostos intermetálicos. Concentração de lacunas no equilíbrio. Evolução microestrutural e de composição em diagramas binários peritéticos e eutéticos. 3- Fusão congruente. Hiato de miscibilidade. Influência da temperatura na solubilidade da fase sólida. Influência das interfaces no equilíbrio. 4- Diagrama de fases ferro cementita: reações invariantes. Transformações no estado sólido; 5- Evolução microestrutural em ligas de composição eutetóide, hipoeutetóide e hipereutetóide, Decomposição da austenita por processos de difusão. Transformação bainítica. 6- Cinética das transformações de fases em aços e ligas não ferrosas, ligas Fe-C-Si, Fe-Cr-Ni, Fe-Co-Cr. 7- Transformação no estado sólido sem difusão: transformações martensíticas; ligas com memória de forma. 8- Transformações de fases em sistemas sob vácuo e plasma. Seminários	
PRÉ-REQUISITO:	
CONTEÚDOS	CARGA HORÁRIA
1- Introdução às transformações de fases; Estabilidade de fases. Conceitos básicos. Energia livre de soluções sólidas.	5
2- Solidificação: nucleação e crescimento de um sólido puro; solidificação de ligas. Regra das fases de Gibbs. Potencial termodinâmico para solidificação. Sistemas binários. Diagramas binários isomorfos. Fases ordenadas. Compostos intermetálicos. Concentração de lacunas no equilíbrio. Evolução microestrutural e de composição em diagramas binários peritéticos e eutéticos.	5
3- Fusão congruente. Hiato de miscibilidade. Influência da temperatura na solubilidade da fase sólida. Influência das interfaces no equilíbrio.	5

4- Diagrama de fases ferro cementita: reações invariantes. Transformações no estado sólido.	5
5- Evolução microestrutural em ligas de composição eutetóide, hipoeutetóide e hipereutetóide; Decomposição da austenita por processos de difusão. Transformação bainítica.	5
6- Cinética das transformações de fases em aços e ligas não ferrosas, ligas Fe-C-Si, Fe-Cr-Ni, Fe-Co-Cr	5
7- Transformação no estado sólido sem difusão: transformações martensíticas; ligas com memória de forma.	5
8- Transformações de fases em sistemas sob vácuo, plasma.	5
9- Seminários: Seminários associados a temas ligados a transformações de fases que ocorrem, durante por exemplo: i) solidificação; ii) tratamentos térmicos e termoquímicos; e iii) redução.	5
ESTRATÉGIA DE APRENDIZAGEM	
Aulas Expositivas Interativas (webconferência). Aplicação de listas de exercícios e seminários. Análise e compreensão de artigos científicos pertinentes. Atendimento individualizado.	
RECURSOS METODOLÓGICOS	
Quadro branco; projetor de multimídia; artigos científicos; laboratório; aulas via web.	
AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM	
CRITÉRIOS	INSTRUMENTOS
Observação do desempenho individual verificando se o aluno identificou, sugeriu e assimilou as atividades solicitadas de acordo com as técnicas de aprendizagem previstas.	Avaliações, listas de exercícios, resumos de textos científicos, seminários
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	
P.R. RIOS E A. F. PADILHA. Transformações de Fase , 1a Artiber, São Paulo, SP, 2007.	
PORTER, D. A.; EASTERLING, K. E. Phase Transformations in Metals and Alloys , Chapman & Hall, 2a, Londres U.K, 1992.	
CHRISTIAN, J.W. The Theory of Transformations in Metals and Alloys: Equilibrium and General Kinetic Theory , Pergamon, 2a, EUA 1975.	
REED-HILL, R. E.; ABBASCHIAN R. Physical Metallurgy Principles , 3a PWS Pub. Co., EUA, 1991.	
BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR	
CONRAD, HANS. Effects of electric current on solid state phase transformations in metals . Materials Science and Engineering: A, v. 287, n. 2, p. 227-237, 2000.	
FRENZEL, J. et al. Influence of Ni on martensitic phase transformations in NiTi shape memory alloys . Acta Materialia, v. 58, n. 9, p. 3444-3458, 2010.	
PUTATUNDA, SUSIL K. Development of austempered ductile cast iron (ADI) with simultaneous high yield strength and fracture toughness by a novel two-step austempering process . Materials Science and Engineering: A, v. 315, n. 1-2, p. 70-80, 2001.	
ALEXANDER, D. T. L.; GREER, A. L. Solid-state intermetallic phase transformations in 3XXX aluminium alloys . Acta materialia, v. 50, n. 10, p. 2571-2583, 2002.	
IQBAL, N. et al. Real-time observation of grain nucleation and growth during solidification of aluminium alloys . Acta Materialia, v. 53, n. 10, p. 2875-2880, 2005.	