

**DEPARTAMENTO** : Engenharia Mecânica**DISCIPLINA**: PLASTICIDADE DOS METAIS**SIGLA**: PME**CARGA HORÁRIA TOTAL**: 60**TEORIA**: 60**PRÁTICA**: -x-**CÓDIGO**: 250**CURSO**: Mestrado e Doutorado em Ciência e Engenharia de Materiais**SEMESTRE/ANO**: 1 e 2**PRÉ-REQUISITOS**: Resistência dos Materiais I e II; Ensaios mecânicos**PROFESSOR RESPONSÁVEL**: José Divo Bressan**EMENTA**

Ensaio de tração simples de metais policristalinos e monocristalinos. Deformação cíclica e curvas monotônicas do encruamento. Efeito Bauschinger. Equações constitutivas da plasticidade. Influência da velocidade de deformação e da temperatura. Anisotropia plástica. Textura. Mecânica do contínuo: análise das tensões e deformações num sólido. Tensão e deformação equivalentes. Fenomenologia do escoamento plástico. Teoria das discordâncias. Porosidade. Viscoelasticidade e viscoplasticidade. Fluência dos Metais. Superplasticidade. Critérios de limite de escoamento plástico. Superfícies de escoamento plástico. Regra da normalidade. Equações constitutivas da plasticidade: relações tensão-deformação plástica. Hipóteses do encruamento isotrópico e cinemático. O potencial plástico. O trabalho plástico. Método do Limite Superior de análise da conformação de metais. Ensaios de conformabilidade dos metais. Diagramas de conformabilidade. Instabilidade plástica. Visioplaticidade.

**OBJETIVOS ESPECÍFICOS / DISCIPLINA :**

1. Apresentar aos alunos e capacitá-los a entenderem os conceitos, teoremas e fenômenos fundamentais da Teoria da Plasticidade.
2. Capacitar os alunos a realizarem os ensaios de conformabilidade dos metais.
3. Capacitar os alunos a empregarem adequadamente os Critérios de Escoamento Plástico.
4. Capacitar os alunos a resolverem algebricamente os problemas de plasticidade nos processos de conformação de metais e de fadiga dos metais.
5. Dar aos alunos o embasamento necessário para que possam iniciar o emprego dos métodos numéricos ou software comerciais de simulação dos processos de conformação de metais.

CARGA HOR. CONTEÚDOS	CONTEÚDO PROGRAMÁTICO	AVALIAÇÃO
8h/aula	<b>1. Introdução</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>1.1 Ensaio de tração simples de metais policristalinos e monocristalinos.</li> <li>1.2 Comparação entre Deformação de Engenharia e Deformação Logarítmica</li> <li>1.3 Deformação cíclica e curvas monotonicas do encruamento.</li> <li>1.4 Efeito Bauschinger.</li> <li>1.5 Equações constitutivas da plasticidade. Influência da velocidade de deformação e da temperatura.</li> <li>1.6 Anisotropia plástica. Textura.</li> </ul>	
16h/aula	<b>2. Mecânica do contínuo</b> <ul style="list-style-type: none"> <li><b>2.1 Análise Tensorial</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>2.1.1 Tensão e Tensor Tensão</li> <li>2.1.2 Tensão Resultante num Plano Qualquer</li> <li>2.1.3 Equilíbrio de Momentos</li> <li>2.1.4 Equações Diferenciais de Equilíbrio</li> <li>2.1.5 Tensão Normal Num Plano Qualquer</li> <li>2.1.6 Tensão de Cisalhamento Num Plano Qualquer</li> <li>2.1.7 Rotação no Sistema de Coordenadas</li> <li>2.1.8 Tensões Principais</li> <li>2.1.9 Tensões Normal e Tangencial em Termos das Tensões Principais</li> <li>2.1.10 Invariantes do Tensor Tensão</li> <li>2.1.11 Tensor Esférico e Tensor Desviador</li> <li>2.1.12 Tensão Equivalente ou Representativa</li> <li>2.1.13 Círculo de Mohr</li> <li>2.1.14 Tensões no Octaedro</li> </ul> </li> <li><b>2.2 Análise das Deformações</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>2.2.1 Deformação Uniaxial ou 1-D</li> <li>2.2.2 Deformação Biaxial ou 2-D</li> <li>2.2.3 Deformação Triaxial ou 3-D: Tensor Deformação</li> <li>2.2.4 Rotação no Sistema de Coordenadas</li> <li>2.2.5 Deformação Normal (linear) num Plano qualquer</li> <li>2.2.6 Tensores Deformação Esférico e Desviador</li> <li>2.2.7 Deformação Volumétrica</li> <li>2.2.8 Círculo de Mohr das Deformações</li> <li>2.2.9 Deformações no Octaedro</li> <li>2.2.10 Deformação Equivalente ou Representativa</li> <li>2.2.11 Representação Geral da Deformação</li> </ul> </li> </ul>	

	2.2.12 Equações de Compatibilidade das deformações	
10h/aula	<b>3. Fenomenologia do escoamento plástico</b> 3.1 Equações constitutivas da plasticidade. 3.2 Influência da velocidade e da temperatura. 3.3 Anisotropia plástica. 3.4 Textura. Teoria das discordâncias. Porosidade. 3.5 Viscoelasticidade e viscoplasticidade. 3.6 Fluência dos Metais. 3.7 Superplasticidade.	
10h/aula	<b>4. Critérios Limites de Escoamento Plástico</b> 4.1 Critérios de escoamento plástico: 4.2 Superfícies de escoamento plástico. 4.3 Regra da normalidade. 4.4 Equações constitutivas da plasticidade: relações tensão-deformação plástica. 4.5 Hipóteses do encruamento isotrópico e cinemático. 4.6 O potencial plástico. O trabalho plástico.	
16h/aula	<b>5. Aplicações e estudo de casos</b> 5.1 Método do limite superior 5.2 Ensaios de conformabilidade dos metais. 5.3 Diagramas de conformabilidade. 5.4 Instabilidade plástica. 5.5 Visioplaticidade.	

**METODOLOGIA PROPOSTA:**

As aulas serão dadas usando-se a metodologia de aulas expositivas e aula interativa, seminários com apresentação individual por aluno de trabalho de revisão bibliográfica recente e discussão em grupo dos temas. Estudo de casos e resolução de problemas em sala de aula. Será fornecida uma apostila do curso.

**AValiação:**

Trabalho individual de pesquisa e revisão bibliográfica. Apresentação de seminários. Prova individual. Também poderão ser avaliados a resolução de lista de exercícios propostos.

## BIBLIOGRAFIA

### Livros;

1. Bressan, J.D., Teoria da Plasticidade e Conformação dos Metais. Apostila, CCT/UDESC, Joinville, 2010.
2. Bressan, J.D., Conformação de Chapas Metálicas. Apostila, CCT/UDESC, Joinville, 2010.
3. Hosford, W.F. e Caddell, R.M., Metal Forming Mechanics and Metallurgy. Ed. Cambridge University Press, 3a. edição, 2007.
4. Kalpakjian, S., Manufacturing Processes for Engineering Materials. Ed. Addison Wesley, 1985.
5. Nieh, T.G.; Wadsworth, J. & Sherby, O.D., Superplasticity in metals and ceramics. Ed. Cambridge University Press, 1997.
6. Honeycombe, R.W.K., The plastic deformation of metals. Ed. Edward Arnold, 1977.
7. Johnson, W. e Mellor, P.B., Engineering Plasticity. Van Nostrand Reinhold, 1985.
8. Backofen, W., Metal Deformation Processing. Ed. McGraw-Hill, 1970.
9. Blazynski, T.Z., Metal Forming. Ed. Macmillan, 1976.
10. ASM Handbook, Forming and Forging. Ed. ASM, 1996.
11. HILL, R., Mathematical Theory of Plasticity. Ed. Oxford Univ. Press, 1950.
12. D.P. Koistinen and N.M. Wang (Eds.), The Mechanics of Sheet Metal Forming. Plenum, New York, 1978
13. Kobayashi, S., Oh, S. e Altan, T., Metal Forming and the finite element method. Oxford Univ. Press. 1989.
14. Evans, R.W. e Wilshire, B., Creep of metals and alloys. Ed. The Institute of Metals, Londres, 1985.

### Revistas científicas:

1. International journal of plasticity. Elsevier.
2. Journal of mechanics and physics of solids. Elsevier.
3. Journal of material processing technology . Elsevier .
4. International journal of mechanical science. Elsevier .
5. Metallurgical Transactions A . ASME.

[www.cimm.com.br](http://www.cimm.com.br)

Atualizado em: 07/ 03 / 12