



## PLANO DE ENSINO

Em caráter excepcional e transitório, para substituição do ensino presencial pelo ensino não presencial, enquanto durar a pandemia do novo coronavírus (COVID-19), em atenção à Portaria MEC Nº 544, de 16 de junho de 2020, à Resolução Normativa Nº 140/2020/CUn, de 21 de julho de 2020, à Portaria Normativa Nº 379/2020/GR, de 9 de novembro de 2020, e à Resolução Nº 30/2020/CUn, de 1º de dezembro de 2020.

### EMC5203 – Conformação de metais e moldagem de polímeros

#### 1) Identificação

Carga horária: 72 horas-aula, das quais: Teóricas: 72 horas-aula

Turma(s): 05203/05203B/06214

Nome(s) do(s) professor(es): Carlos Augusto Silva de Oliveira ([carlos.a@ufsc.br](mailto:carlos.a@ufsc.br)),  
Carlos Henrique Ahrens ([carlos.ahrens@ufsc.br](mailto:carlos.ahrens@ufsc.br))  
(Os professores compartilham tarefas nessas turmas).

Período: 2º semestre de 2020

#### 2) Cursos

203 Engenharia Mecânica

214 Engenharia de Produção Mecânica

#### 3) Requisitos

Engenharia Mecânica (203): EMC5201 e EMC5223

Engenharia de Produção Mecânica (214): EMC5201 e EMC5236

#### 4) Ementa

Classificação e descrição sumária dos diversos processos de conformação mecânica. Tecnologia e campos de aplicação dos processos de forjamento, laminação, trefilação e extrusão. Processos de conformação de chapas: operação de corte, dobramento, estiramento e embutimento. Introdução a estampabilidade de chapas. Ferramentas. Máquinas utilizadas. Fundamentos do processamento de polímeros. Moldagem por extrusão Moldagem por sopro. Termoformagem. Moldagem por injeção. Variantes do processo e tipos de moldes. Projeto e fabricação de moldes com CAE/CAD/CAM. Confeção de moldes com técnicas de prototipagem rápida (*rapid tooling*).

## 5) Objetivos

Fornecer ao aluno uma visão geral dos processos de conformação mecânica e moldagem de polímeros mais utilizados visando capacitá-lo para compreender a correlação entre parâmetros de processo e qualidade da peça.

## 6) Conteúdo Programático

(10h) Fundamentos sobre os processos de fabricação por conformação. A deformação plástica como processo de fabricação. Classificação dos processos de conformação mecânica dos metais. Diferenciação entre deformação elástica e plástica. Aspectos cristalográficos da deformação mecânica. Efeito da taxa de deformação. Trabalhabilidade. Materiais conformáveis. Alguns efeitos metalúrgicos. Elementos da mecânica da conformação. Atrito. Lubrificação. Tensões residuais

(06h) Forjamento. Operações unitárias de forjamento. Forjamento livre. Forjamento em matriz: métodos, operações complementares. Exigências de material e energia para o forjamento em matriz. Conformação a frio. Defeitos em forjados.

(06h) Laminação. Classificação dos laminadores. Produtos laminados. Aspectos genéricos da laminação de planos. Análise de laminação de produtos planos: elementos geométricos, condição de mordida e arrastamento, parâmetros de laminação, estimativa de carga, torque e potência. Controle de laminadores. Problemas e defeitos em produtos laminados.

(04h) Trefilação: Aplicações. Materiais utilizados. Fieiras. Máquinas de trefilação. Sequência de fabricação de arames de aço. Trefilação de seções circulares. Força de trefilação. Defeitos em trefilados. Trefilação de tubos.

(04h) Extrusão: Tipos de extrusão. Equipamentos e ferramental. Extrusão a quente: análise, pressões e velocidades, defeitos, extrusão de tubos. Extrusão a frio: utilização do processo, Defeitos em chapas conformadas.

(06h) Conformação de chapas. Descrição dos diversos processos de trabalho em chapas. Equipamentos. Corte: características gerais, ferramentas, força e trabalho. Dobramento: características gerais, força, operações particulares de dobramento. Repuxamento. Estiramento. Embutimento: características, estampabilidade, reembutimento, operações combinadas com estiramento. Defeitos em chapas conformadas.

(04h) Fundamentos do processamento de polímeros: tipos de polímeros; classificação dos principais processos de moldagem; moldagem por compressão e moldagem por transferência.

(04h) Moldagem por extrusão: características e funcionamento da extrusora (a máquina); variantes do processo de moldagem por extrusão (filmes, tubos, chapas, perfis, recobrimento de cabos).

(04h) Moldagem por sopro: descrição e variantes do processo, características das ferramentas (moldes) e dos produtos moldados.

(04h) Termoformagem: características do processo, suas variantes e correlação com os produtos moldados.

(20h) Moldagem por injeção: tipos de injetoras e seus componentes; descrição do processo de moldagem (ciclo de injeção). Variantes do processo: injeção à gás, *sandwich*, *marbling*, multicomponentes, PIM. Tipos de moldes. Sistemas de alimentação, injeção e extração. Aspectos de projeto e construção de moldes de injeção. Regras básicas de projeto. Sistemas de injeção, refrigeração e extração de moldes. Principais etapas de projeto de um molde simples de injeção.

Uso de sistemas CAE/CAD/CAM no projeto de moldes de injeção. Confecção de moldes com equipamentos de prototipagem rápida (*Rapid Tooling*).

## 7) Metodologia

Os aspectos teóricos da disciplina serão abordados ao longo do semestre através de aulas expositivas no formato síncrono e assíncrono. Haverá uma breve revisão dos tópicos da disciplina que já haviam sido abordados antes da suspensão do semestre. As atividades assíncronas serão disponibilizadas através do MOODLE\*, conforme Resolução Normativa 140/2020/CUn, com o suporte de material de apoio em meio digital.

\* os alunos que não quiserem que suas participações fiquem gravadas devem solicitar ao final da aula, quando a gravação já estiver sido encerrada

## 8) Avaliação

Ocorrerá através de avaliações realizadas de forma síncrona, que irão compor 2 Notas a saber: uma referente ao conteúdo de conformação de metais (N1) e outra referente ao conteúdo de moldagem de polímeros (N2). A média final (MF) será calculada pela média ponderada destas 2 (duas) Notas, todas com pesos iguais.

Conforme parágrafo 2º do artigo 70 da Resolução 17/CUn/97, o aluno com frequência suficiente (FS) e média final no período (MF) entre 3,0 e 5,5 terá direito a uma nova avaliação ao final do semestre (REC). A avaliação REC será realizada como uma avaliação substitutiva da menor nota obtida pelo aluno entre as Notas 1 e 2 e substituirá essa nota para compor a nota final (NF) que será calculada como:  $NF = [(N1 \text{ ou } N2) + REC] / 2$ .

## 9) Cronograma

1. As aulas síncronas e assíncronas corresponderão, cada uma, a 50% da carga horária total da disciplina.
2. As aulas síncronas ocorrerão no horário normal do calendário acadêmico já definido, em datas a serem combinadas com os alunos da turma, no primeiro dia de aula de cada professor.
3. As avaliações síncronas parciais, que irão compor cada Nota (1 e 2) mencionadas no item 8) Avaliação, serão realizadas em datas previamente combinadas com os alunos da turma e amplamente divulgadas através do MOODLE.
4. A avaliação de recuperação (REC) será realizada nos dias 19/05, a partir das 16:20h (Turma EMC5203) e 20/05, a partir das 8:20h (Turmas EMC5203B e EMC6214).

## 10) Bibliografia Básica

AHRENS, C. H. ,Introdução a moldagem de polímeros (apostila digital),UFSC, 2004

COSTA, H. B.; MIRA, F. M. Atualizado por OLIVEIRA, C. A. S. Intrdução: A Deformação Plástica como Processo de Fabricação, UFSC, 2000.

COSTA, H. B.,Processos de Fabricação; Forjamento,UFSC,1995.

MIRA, F. M.; COSTA, H. B., Processos de Fabricação, UFSC, 1991

Observações:

- A apostila, os slides e os vídeos elaborados para esta disciplina serão suficientes como fonte de referência para o aluno estudar, aprender e se preparar para as avaliações.
- A apostila e os slides serão disponibilizados no MOODLE. Os vídeos serão disponibilizados no YOUTUBE, sendo os links destes informados através do MOODLE da disciplina.
- Solicita-se que os vídeos não sejam enviados para outras pessoas, diferentes daquelas matriculadas nessa disciplina e turma, com o risco de ferir direitos autorais.

### **11) Bibliografia Complementar**

ALTAN, T.; OH, S.; GEGEL, H., Conformação de Metais: Fundamentos e Aplicações, EESC/USP, 1999

CETLINC, P. R.; HELMAN, H., Fundamentos da Conformação Mecânica dos Metais, Guanabara Dois, 1983

MENGES, G.; MOHREN, P., How to Make Injection Molds, 2 ed., Hanser Publishers, 1993

HOSFORD, W.F.; CADDEL, R.M., Metal Forming: Mechanics and Metallurgy, Prentice-Hall, 1993

DIETER, G. E., Metalurgia Mecânica, 2 ed., Guanabara Dois, 1981

HARADA, J., Moldes para injeção de termoplásticos: Projetos e princípios básicos, Artliber Editora Ltda/ABPol, 2004

MEYERS, M. A.; CHAWLA, K.K., Princípios de Metalurgia Mecânica, Edgard Blücher Ltda, 1982

BLASS, A., Processamento de Polímeros, UFSC, 1988

MICHAELI, W.; GREIF, H.; KAUFMANN, H.; VOSSEBÜRGER, F.J., Tecnologia dos Plásticos, Edgard Blücher Ltda, 1995