



Universidade Federal de Santa Catarina  
Centro Tecnológico  
Departamento de Engenharia Mecânica



## 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, e à Resolução Normativa Nº 140/2020/CUn, de 21 de julho de 2020.

### EMC5202 – Usinagem dos Materiais

#### 1) Identificação

Carga horária: 72 horas-aula. Todas as aulas são teóricas.  
Número de créditos: 4  
Tipo de disciplina: Obrigatória  
Turma(s): 05203B/ 06214B  
Nome(s) do(s) professor(es): Fabio Antonio Xavier, Email: f.xavier@ufsc.br  
Turma(s): 05203A/A6214A  
Nome(s) do(s) professor(es): Milton Pereira, Email: milton.pereira@ufsc.br  
Período: 1º semestre de 2020

#### 2) Cursos

203 Engenharia Mecânica  
214 Engenharia de Produção Mecânica

#### 3) Pré-Requisitos

Engenharia Mecânica (203): EMC5201

#### 4) Ementa

Conceituação e relevância da técnica de usinagem dos materiais na obtenção de componentes e produtos de engenharia com elevado valor agregado, mediante transformação da forma e dimensões da matéria-prima. Conceito, caracterização e funções do sistema máquina – ferramenta – peça. Sistemas, processos e fundamentos da usinagem por ação mecânica com ferramentas de geometria definida e não definida; por ação térmica e termoquímica; as principais variáveis de processo em cada caso. Fenômenos térmicos, mecânicos e químicos envolvidos nos processos de usinagem. Ferramenta para usinagem: fundamentação geométrica; os materiais envolvidos na construção destas; os mecanismos de desgaste e falha (falência) das ferramentas, as principais famílias de sistemas (máquinas ferramenta), suas características e aplicações. Determinação dos custos de usinagem e análise de produtividade. Os defeitos introduzidos nos produtos usinados por ação de processos e as consequências desses defeitos para a aplicação e desempenho dos produtos.

## 5) Objetivos

Geral:

Capacitar o profissional de Engenharia Mecânica quanto fundamentação teórica e utilização prática da técnica de usinagem dos materiais para fabricação de produtos com elevado valor agregado, complexidade geométrica, custo e qualidade competitivos em nível mundial.

Específicos:

1. Apresentar os conceitos fundamentais dos processos de usinagem.
2. Capacitar o aluno a analisar problemas relacionados aos processos de usinagem, propor e implementar soluções.
3. Capacitar o aluno a escolher e definir a rota de fabricação de um componente por processos de usinagem.
4. Correlacionar a área de usinagem com outros processos de fabricação e com outras áreas de Engenharia Mecânica

## 6) Conteúdo Programático

1. Apresentação e contextualização da disciplina (2 horas)
2. Apresentar e discutir conceitos e relevância da técnica de usinagem dos materiais visando a obtenção de componentes e produtos de engenharia com elevado valor agregado, mediante a transformação da forma e dimensões da matéria - prima (2 horas)
3. Definir, caracterizar e discutir as funções do sistema máquina - ferramenta - peça (2h)
4. Definir os fundamentos, caracterizar e discutir a aplicação prática dos principais sistemas e processos de usinagem por ação mecânica utilizando ferramentas com geometria definida e não definida; por ação térmica e termo-química (16 horas)
5. Discutir os fenômenos térmicos, mecânicos e químicos envolvidos nos distintos processos de usinagem, ressaltando as consequências para o sistema máquina - ferramenta - peça e para o meio ambiente (10 horas)
6. Estudar as ferramentas para usinagem dos materiais, abordando: aspectos geométricos e suas influências; os materiais envolvidos na sua construção; os mecanismos e causas de desgaste e outros tipos de falhas e alterações; as principais famílias de ferramentas e suas respectivas aplicações (12 horas)
7. Fluidos de corte: caracteriza-los, discutir a sua pertinência para o sistema máquina - ferramenta - peça e suas consequências para a saúde dos operadores de máquinas e para o meio ambiente de forma ampla (2 horas)
8. Trabalhar as questões: determinação dos custos de usinagem, otimização das condições de corte, gerenciamento das ferramentas de usinagem e análise da produtividade dos sistemas de fabricação (8 horas)
9. Usinagem de peças: apresentar e discutir os conceitos principais e posteriormente utilizá-los na elaboração de um projeto de usinagem para uma peça com complexidade média (2 horas)

10. Apresentar de forma prática e discutir os defeitos que são introduzidos nos produtos usinados por ação dos processos de usinagem e quais consequências esses defeitos representam para a utilização e desempenho desses produtos (4 horas)

## **7) Metodologia**

Apresentação dos conteúdos por parte do professor com auxílio de recursos de mídia eletrônica;

Desenvolvimento de conteúdos por parte dos acadêmicos, na forma de trabalho em grupos;

Realização de seminários por parte dos acadêmicos, com base em temas previamente selecionados e utilização de recursos multimídia;

Realização de pesquisa complementar orientada na Biblioteca Central (BU), portais na internet e impressos;

Participação em palestras proferidas por convidados externos;

Realização de exercícios para fixação de conceitos e trabalhos;

Haverá uma breve revisão dos tópicos 1 e 2 da disciplina, pois esses já haviam sido abordados antes da suspensão do semestre.

As atividades assíncronas serão disponibilizadas através do MOODLE, com o suporte de material de apoio em meio digital.

As aulas síncronas serão realizadas nas datas descritas no cronograma.

As aulas síncronas ocorrerão no horário oficial da disciplina.

O link para as aulas síncronas será fornecido no MOODLE.

Será disponibilizado exercícios e indicados materiais complementares para reforço da aprendizagem.

O atendimento individual para sanar dúvidas ocorrerá em encontros síncronos, nas datas e formas descritas no MOODLE.

Haverá um monitor para a disciplina que atenderá em encontros síncronos, nas datas e formas descritas no MOODLE.

Não será permitido gravar, fotografar, transmitir ou copiar as aulas disponibilizadas no MOODLE. O uso não autorizado de material original retirado das aulas constitui contrafação – violação de direitos autorais – conforme a Lei nº 9.610/98 –Lei de Direitos Autorais.

## **8) Avaliação**

As avaliações serão online, sem supervisão e ocorrerão nos dias conforme o cronograma. As questões estarão disponíveis no início da aula e as respostas, na forma de um texto escaneado, ou fotografado, ou no questionário do deverão ser entregues no MOODLE (por upload) até o final do horário da aula. Dependendo do conteúdo, a avaliação pode ser respondida diretamente no questionário do MOODLE.

Espera-se que o aluno trabalhe individualmente na solução dos problemas da avaliação, com a consulta livre ao material disponibilizado do MOODLE.

Os pesos das avaliações são:

Prova (P1) = 10%

Prova (P2) = 10%

Prova (P3) = 10%

Prova (P4) = 10%

Prova (P5) = 10%

Seminário 1 (S1) = 15%

Seminário 2 (S2) = 15%

Projeto de usinagem (PU) = 20%

Conforme programado, haverá uma prova de recuperação final (RF), que engloba toda a matéria da disciplina e será realizada por alunos que tenham obtido uma Média ( $M = (0,1 * P1) + (0,1 * P2) + (0,1 * P3) + (0,1 * P4) + (0,1 * P5) + (0,15 * S1) + (0,15 * S2) + (0,20 * PU)$ ) inferior a 5,75 (cinco vírgula setenta e cinco), e superior ou igual a 3 (três). Alunos com Média Final inferior a 3 (três) são considerados REPROVADOS.

O aluno enquadrado no caso descrito acima terá sua nota final calculada pela média aritmética entre a média das notas das avaliações parciais e a nota obtida na prova de recuperação final (RF).

Se o conceito final for inferior a 6 (seis), o aluno será considerado REPROVADO.

OBS: A nota do trabalho prático será incluída no cálculo da nota-média final somente após o cumprimento das condições de aprovação nas provas, seminários e demais itens de avaliação.

IMPORTANTE: Frequência => 75% - ATENÇÃO: FALTAS JUSTIFICADAS NÃO ABONAM O NÚMERO TOTAL DE FALTAS.

Aluno com Frequência Insuficiente (FI) recebem conceito final 0,0 (Zero) e FI.

A frequência suficiente ao curso é obrigatória e será computada pelo log de acesso às aulas e aos materiais disponibilizados.

## 9) Cronograma

Como a disciplina possui um total de 72 horas para sua integralização, o cronograma a seguir detalha a realização de 36 atividades equivalentes a 2 horas cada. A definição de quais serão realizadas de forma síncrona ou assíncrona é apresentada para cada turma no seu ambiente MOODLE específico.

## 1. PROGRAMA DA DISCIPLINA

M	ATIVIDADES	Encontro
	<b>INTRODUÇÃO À DISCIPLINA E À USINAGEM</b>	
	<p>Apresentação da disciplina e plano de ensino. Divisão dos alunos em equipes de 2 pessoas e sorteio dos números de identificação e seus respectivos temas dos seminários.</p> <p><i>Objetivos da disciplina:</i></p> <p>Apresentar e discutir com os graduandos os fundamentos da usinagem dos materiais; mostrar a importância e aplicação desses fundamentos; com base em estudos específicos mostrar a aplicação dos principais tipos de processos, máquinas e ferramentas de usinagem; propiciar aos participantes a formação necessária para avançar, de forma independente, no conhecimento e na aplicação do conteúdo da disciplina.</p> <p><b>Passar Projeto de Usinagem.</b></p>	(1)
	Apresentar os conceitos básicos sobre um sistema de usinagem (máquina/ferramenta). I	(2)
	Apresentar os conceitos básicos sobre um sistema de usinagem (máquina/ferramenta). II	(3)
	Geometria da Ferramenta de corte e suas influências I	(4)
	Geometria da Ferramenta de corte e suas influências II	(5)
	<b>Prova 1</b>	(6)
	Discutir os fenômenos térmicos, mecânicos e químicos envolvidos nos distintos processos de usinagem, isto é, os fundamentos da remoção de material e <b>formação do cavaco</b> , ressaltando as consequências para o sistema máquina/ferramenta/peça e para o meio ambiente.	(7)
	I. Materiais envolvidos na sua construção, mecanismos e causas de desgaste;	(8)
	II. Materiais envolvidos na sua construção, mecanismos e causas de desgaste;	(9)
	<p><b>Usinabilidade I</b></p> <p>Conceitos sobre usinabilidade dos materiais. Apresentação dos diferentes critérios de usinabilidade (vida de ferramenta, força de usinagem, formação de cavaco, qualidade da superfície). Mecanismos de desgaste das ferramentas.</p>	(10)
	<p><b>Usinabilidade II</b></p> <p>Conceitos sobre usinabilidade dos materiais. Apresentação dos diferentes critérios de usinabilidade (vida de ferramenta, força de usinagem, formação de cavaco, qualidade da superfície). Mecanismos de desgaste das ferramentas.</p>	(11)
	<b>Prova 2</b>	(12)

Aula - Meios Lubri-Refrigerantes na usinagem.	(13)
<b><u>Máquina-ferramenta:</u></b>	(Estudantes)
I. <b>Apresentação do Seminário 1:</b> O <b>NÃO</b> cumprimento destes prazos representará na perda de 30% na nota do seminário.	(14) (15) (16)
Forças e potência nos processos de usinagem. Sistemas de Monitoramento.	(17)
Exercícios em sala de aula	(18)
Gerenciamento de Ferramentas de corte	(19)
Planejamento de Processos de Fabricação	(20)
<b>Prova 3</b>	(21)

M	ATIVIDADES	DATAS
	OS DIVERSOS PROCESSOS DE USINAGEM	
	Otimização da Usinagem e custos I	(22)
	Otimização da Usinagem e custos II	(23)
	<b>Atenção</b> <b><u>Seminário 2: Processos específicos e Máquinas:</u></b> O <b>NÃO</b> cumprimento destes prazos representará na perda de 30% na nota do seminário.	(24) (25) (26)
	Usinagem com ferramentas de geometria não definida. Fundamentos, Processo de retificação	(27)
	II. Brunimento, lapidação e outros processos.	(28)
	<b>Prova 4</b>	(29)
	I Usinagem por processos não convencionais. EDM, usinagem química, eletroquímica, ultrassom e laser	(30)
	<b>Entrega do Projeto de Usinagem</b>	
	II. Usinagem por processos não convencionais. EDM, usinagem química, eletroquímica, ultrassom e laser	(31)
	Pós-Processamento de superfícies e usinagem de materiais endurecidos	(32)
	Definições e medição de rugosidade	(33)
	<b>Prova 5</b>	(34)

	<b>a)</b> Data reservada para sanar dúvidas dos alunos antes da prova de recuperação final.	(35)
	<b>b) Prova de recuperação final: Para os alunos com os requisitos necessários para a sua realização.</b>	(36)

### 10) Bibliografia Básica

- Xavier, F. A., Pereira, M., Notas de Aula de Usinagem dos Materiais, Curso de Graduação em Engenharia Mecânica, UFSC, 2020. (as notas de aula serão formadas por textos e slides disponibilizados no ambiente MOODLE).

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, os slides e vídeos serão disponibilizados no ambiente MOODLE da disciplina. Eventualmente os vídeos serão disponibilizados no YOUTUBE, sendo os links destes informados através do MOODLE.

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

- ABRÃO, A. M., COELHO, R. T., MACHADO, A. R., SILVA, M. B. *Teoria da Usinagem dos Materiais*. Ed. Edgar BlücherLtda, São Paulo, 2009. 1. Edição.
- DINIZ, A. E., MARCONDES, F. C., COPPINI, N. L. *Tecnologia da Usinagem dos Materiais*. MM Editora, São Paulo, 1999. 1. Edição.
- FERRARESI, D. *Fundamentos da Usinagem dos Metais*. Ed. Edgar BlücherLtda, São Paulo, 1977. 1. Reimpressão.
- KLOCKE, F., KÖNIG, W. *Fertigungsverfahren: Drehen, Fräsen, Bohren*. Springer- Verlag Berlin Heidelberg, 2008. 8. Edição revisada. Band 1. 599 p.
- KLOCKE, F. *Manufacturing Processes 1: Cutting*. Londres: Editora Springer, 2011. 517p.
- METALS HANDBOOK. *Machining*. 9° ed. USA: ASM International, 1989. Vol. 16. 1989p.
- SANDVIK Coromant. *Modern Metal Cutting – a practical handbook*. SandvikCoromant, Technical Editorial dept., Sweden, 1994.
- STEMMER, C. E. *Ferramentas de Corte*. Ed. da UFSC, Série Didática, Florianópolis, 1989. 2. Edição.
- SCHROETER, R. B., WEINGAERTNER, W. L. *Tecnologia da Usinagem com Ferramentas de Geometria Definida – parte 1*. Apostila (traduzido e adaptado por Prof. Rolf Bertrand Schroeter e Prof. Walter Lindolfo Weingaertner do livro “Fertigungsverfahren – Drehen, Bohren, Fräsen”, de Prof. WilfriedKönig e Prof. Fritz Klocke).
- SCHROETER, R. B., WEINGAERTNER, W. L. *Tecnologia da Usinagem com Ferramentas de Geometria Definida – parte 2*. Apostila (traduzido e adaptado por Prof. Rolf Bertrand Schroeter e Walter Lindolfo Weingaertner do livro “Fertigungsverfahren – Drehen, Bohren, Fräsen”, de Prof. WilfriedKönig e Prof. Fritz Klocke).
- AGOSTINHO, O. L. *Engenharia de Fabricação Mecânica*. Editora Elsevier. 2018
- CIMM, Centro de Informação Metal Mecânica – [www.cimm.com.br](http://www.cimm.com.br),
- Teses e dissertações do programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica do acervo da Universidade Federal de Santa Catarina.