



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.

EMC5717 – Materiais Cerâmicos

1) Identificação

Carga horária: 56 horas-aula, das quais: Teóricas: 56 horas-aula.

Turma(s): 10233

Nome(s) do(s) professor(es): Márcio Celso Fredel, Email: m.fredel@ufsc.br

Período: 1º trimestre de 2020

2) Cursos

233 Engenharia de Materiais - Trimestral

3) Requisitos

Engenharia de Materiais (233): EMC5553

4) Ementa

Importância dos materiais cerâmicos avançados e tradicionais. Características intrínsecas dos materiais cerâmicos. Ligações químicas, estruturas cristalinas e diagramas de equilíbrio. Propriedades físicas, térmicas e mecânicas. Crescimento sub-crítico de trincas. Resistência ao choque térmico. Teoria da sinterização. Processos de acabamento. Mecanismos de tenacificação. Seminários: etapas do processo produtivo e aplicações de componentes cerâmicos.

5) Objetivos

Disponibilizar ao aluno conhecimentos científicos e tecnológicos que possibilitem compreender a fundamentação, contexto, aplicações e limitações de materiais cerâmicos de alto desempenho. Noções sobre os fenômenos físicos e químicos durante a formulação,

processamento e avaliação de propriedades de materiais cerâmicos, complementando o aprendizado teórico desenvolvido anteriormente no curso.

6) Conteúdo Programático

I. Introdução [8 horas-aula]

Importância dos materiais cerâmicos avançados e tradicionais
Características intrínsecas dos materiais cerâmicos (08 un)

II. Estrutura e Propriedades [24 horas-aula]

1. Ligação Atômica e Estrutura Cristalina (02 un)
2. Diagramas de Equilíbrio Binários e Ternários (06 un)
3. Propriedades Físicas e Térmicas (04 un)
4. Comportamento Elétrico / Dielétrico (02 un)
5. Comportamento Mecânico e Técnicas de Medição (04 un)
6. Efeitos da temperatura e tempo nas propriedades de cerâmicos: (06 un)
crescimento subcrítico de trinca, fluência, resistência ao choque térmico

III. Densificação de Materiais Cerâmicos [10 horas-aula]

7. Densificação (04 un)
Teoria de Sinterização
Técnicas de Sinterização Convencional
Processos de Sinterização Não-Convencionais:
Compactação a Quente ("Hot-Pressing")
Compactação Isostática a Quente (HIP)
Conformação no Estado Vapor ("Vapour Processing"): CVD, PVD, Infiltração
8. Operações de Acabamento (06 un)
Corte / Lixamento / Polimento
Efeito da relação microestrutura/acabamento superficial nas propriedades Mecânicas

IV. Critérios de Avaliação e Otimização de Desempenho de Materiais Cerâmicos [10 horas-aula]

9. Considerações a serem feitas no projeto do componente (02 un)
10. Análise de Falha (04 un)
11. Mecanismos de Tenacificação (04 un)

7) Metodologia

Os aspectos teóricos da disciplina serão abordados ao longo do semestre em aulas expositivas, mesclando atividades síncronas e assíncronas. Com relação à combinação dessas duas atividades, esclarece-se o seguinte:

- ✓ Haverá uma breve revisão dos tópicos I e II (1-2) 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.
- ✓ Haverá 10 aulas síncronas, nas datas descritas no cronograma, com o objetivo de resolver exercícios e sanar dúvidas.
- ✓ As aulas síncronas ocorrerão no horário oficial da disciplina.
- ✓ O link para as aulas síncronas será fornecido no MOODLE.
- ✓ O atendimento individual para sanar dúvidas ocorrerá em encontros síncronos, nas datas e formas descritas no MOODLE e no Cronograma detalhado abaixo.

8) Avaliação

Ocorrerá através de 4 (quatro) avaliações, a saber: 2 provas (P1 e P2), 1 seminário (Sem) e 2 atividades complementares (ES). A média final (MF) será calculada pela média ponderada destas avaliações:

$$MF = (\text{Sem}) \times 0,25 + (P1 + P2)/2 \times 0,60 + \text{Atividades extra-sala (ES)}/2 \times 0,15$$

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), sendo a nota final (NF) calculada conforme parágrafo 3º do artigo 71 desta resolução, ou seja: $NF = (MF + REC) / 2$.

As avaliações serão online, com supervisão conforme o cronograma. As questões estarão disponíveis às 14:20h e as respostas, na forma de um texto escaneado, ou fotografado, deverão ser entregues no MOODLE (por upload) até às 16:00h. Espera-se que o aluno trabalhe individualmente na solução dos problemas da avaliação, com a consulta livre ao material disponibilizado do MOODLE.

A frequência suficiente ao curso é obrigatória. A frequência poderá ser registrada, ou pelo docente, ou pelo próprio aluno, em cada acesso às aulas síncronas, utilizando o registro de frequência do MOODLE. O aluno também poderá ser requisitado a registrar frequência no acesso às aulas assíncronas.

9) Cronograma

1. As aulas síncronas serão realizadas – cfe. cronograma – nas segundas e quintas-feiras, entre 14h20min e 16h00min.
2. As avaliações síncronas serão realizadas nos dias 21/09 e 15/10. A avaliação de recuperação será no dia 22/10.
3. Os seminários e atividades extra-sala deverão ser disponibilizados pelos estudantes de forma síncrona ou assíncrona, em datas definidas para cada grupo, cfe. cronograma.

CALENDÁRIO
2020.T1

Semana	Mês	Dia	Atividades Sincronas	Módulo	Atividades Assincronas	Conteúdo	Avaliações	
7	Setembro	31	Seg					
		1	Ter					
		2	Qua					
		3	Qui	Revisão/Diagramas de equilíbrio: Principais sistemas cerâmicos				
		4	Sex					
		5	Sab					
		6	Dom					
8		7	Seg					
		8	Ter					
		9	Qua					
		10	Qui	Propriedades físicas e térmicas 1			ES-2: CRISTALIZAÇÃO EM TERNARIOS / SEMINARIO EQ 2 TERNARIO CORDIERITA	
		11	Sex					
		12	Sab					
		13	Dom					
9		14	Seg			Propriedades físicas e térmicas 2		
		15	Ter					
		16	Qua					
	17	Qui			Comportamento mecânico de cerâmicas: ENSAIOS & WEIBULL	SEMINARIO EQ 3		

10	18	Sex		
	19	Sab		
	20	Dom		
	21	Seg	AVALIAÇÃO NR 1	
	22	Ter		
	23	Qua		
	24	Qui	<u>Comportamento mecânico de cerâmicas:</u> efeito temperatura/tempo nas propriedades mecânicas T_{elev} (Fluência)	SEMINÁRIO EQ 4 CST
11	25	Sex		
	26	Sab		
	27	Dom		
	28	Seg	Resistência ao choque térmico	SEMINÁRIO EQ 5 FLUENCIA
	29	Ter		
	30	Qua		
	1	Qui	Teoria da Sinterização	
12	2	Sex		
	3	Sab		
	4	Dom		
	5	Seg	Teoria da Sinterização	SEMINÁRIO EQ 6 (SINTERING)
	6	Ter		
	7	Qua		
	8	Qui	Mecanismos de Tenacificação	SEMINÁRIO EQ 7 (TOUGHENING)
13	9	Sex		
	10	Sab		
	11	Dom		
	12	Seg		
	13	Ter		
	14	Qua		
	15	Qui	AVALIAÇÃO NR 2	
	16	Sex		
	17	Sab		
	18	Dom		

14	19	Seg	Revisão
	20	Ter	
	21	Qua	
	22	Qui	RECUPERAÇÃO
	23	Sex	
	24	Sab	
	25	Dom	
15	26	Seg	
	27	Ter	
	28	Qua	
	29	Qui	
	30	Sex	
	31	Sab	

10) Bibliografia Básica

- ✓ Notas de aula/artigos científicos selecionados com link para a web.
- ✓ Os slides e os vídeos selecionados para esta disciplina serão suficientes como fonte de referência para o aluno estudar, aprender e se preparar para as avaliações.
- ✓ Os slides serão disponibilizados no ambiente MOODLE da disciplina. 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

1. Richerson, David W. *Modern Ceramic Engineering. Properties, Processing and Use in Design*. Marcel Dekker, Inc. 3rd. Ed. 2006.
2. Segadães, Ana Maria. *Diagrama de fases. Teoria e Aplicação em Cerâmicas*. Ed. Edgard Bluecher Ltda. 1987.
3. Barsoum, M. *Fundamentals of Ceramics*. The McGraw-Hill Companies. Inc. 1997.
4. *Ceramic and Glasses*. Engineered Materials Handbook. Vol. 4. ASM International. 1991.
5. Callister Jr., William D. *Materials Science and Engineering: An Introduction*. 6th. Edition. John Wiley & Sons, Inc. 2007.
6. Davidge, R. *Mechanical behaviour of ceramics*. Cambridge University Press. 1979.
7. German, R. *Sintering: Theory and Practice*. Ed. Wiley/Interscience. 1996.