

Ficha de Unidade Curricular (FUC)

Curso:	LICENCIATURA EM ENGENHARIA MECÂNICA					
Unidade Curricular	Materiais Compósitos				Obrigatória	
					Opcional	X
Área Científica:	Projecto Mecânico, Produção e Manutenção Industrial					
Ano: 3	Semestre: 2	ECTS: 4,0		Total de Horas: 3,0		
Horas de Contacto:	T:	TP: 30	PL: 15	S:	OT:	TT: 45
Professor Responsável		Grau/Título		Categoria		
Joaquim Infante Barbosa		Doutor		Prof. Coordenador c/Agregação		

T- Teórica ; TP – Teórico-prática ; PL – Prática Laboratorial ; S – Seminário ; OT – Orientação Tutorial ; TT – Total de horas de Contacto

Entrada em Vigor	Semestre: Inverno	Ano Lectivo: 2012/2013
------------------	--------------------------	-------------------------------

Objectivos da unidade curricular e competências a desenvolver

Fornecer aos alunos conhecimentos base sobre as características particulares, que os materiais compósitos possuem, e os distinguem dos materiais convencionais de engenharia.

Proporcionar um conhecimento abrangente, dos aspectos mais importantes do fabrico de componentes e estruturas em materiais compósitos. Reconhecer que cada técnica de fabrico requer diferentes tipos de sistemas de materiais, diferentes condições de processamento e diferentes ferramentas; as próprias vantagens e desvantagens de cada técnica em termos de processamento, tamanho e formas dos componentes fabricados, custo unitário, etc.

Fornecer competências, para o futuro engenheiro, poder caracterizar teoricamente um qualquer empilhamento; bem como fazer a sua simulação e cálculo, a fim de projectar componentes e estruturas em materiais compósitos.

Consciencializar os alunos para a necessidade de projectar o material compósito, em função dos requisitos de desempenho, diferenças no projecto relativamente aos materiais isotrópicos e dimensionamento das ligações do componente em material compósito, ao conjunto onde pertence.

O aluno deve ganhar sensibilidade para as dificuldades encontradas no fabrico e projecto de materiais compósitos.

Conhecer, compreender e produzir a informação técnica necessária, aos técnicos de reparação de compósitos, que reparam componentes e estruturas de materiais compósitos, em diferentes áreas de aplicação.

Conteúdos programáticos**I - INTRODUÇÃO AOS MATERIAIS COMPÓSITOS E SUAS APLICAÇÕES**

Definição de material compósito; classificação dos materiais compósitos; fibras e matrizes; Material sanduiche, fabrico de materiais compósitos; comportamento mecânico; aplicações.

II - PROCESSOS DE FABRICO DE MATERIAIS COMPÓSITOS

Critérios de selecção de processos de fabrico, necessidades de fabricação, moldes e ferramentas. Processos de fabrico por via húmida, autoclave e saco de vácuo, infusão, RTM, SMC, etc. para matriz termo-endurecível e termoplástica.

III - LEI DE COMPORTAMENTO DE UMA LÂMINA (Macromecânica)

Lei de comportamento para materiais elásticos (3D). Valor das constantes para materiais isotrópicos e ortotrópicos. Relação tensão-deformação em tensão plana para materiais ortotrópicos: direcções principais do material e arbitrárias.

IV - COMPORTAMENTO MECÂNICO DE UMA LÂMINA (Macro e micromecânica)**DETERMINAÇÃO EXPERIMENTAL DA RIGIDEZ DE UMA LÂMINA (Macromecânica)**

Determinação de E_{11} , E_{22} , ν_{12} e G_{12} , Ensaio sobre lâminas com fibras orientadas obliquamente relativamente à direcção da força de ensaio (Off-Axis Tension Test). Ensaio sobre laminados equiangulars $\pm 45^\circ$. Ensaio de corte com calhas (Rail Shear Test). Ensaio de corte sobre provetes com duplo entalhe (Iosipescu). Ensaio de torção em peças tubulares.

DETERMINAÇÃO EXPERIMENTAL DA RESISTÊNCIA DE UMA LÂMINA (Macromecânica)

Resistências à tracção e compressão nas duas direcções de ortotropia da lâmina. Resistência ao corte, da lâmina.

CRITÉRIOS DE RESISTÊNCIA BIAXIAL DE UMA LÂMINA (MacroMecânica)

Critérios de Máxima Tensão, Máxima Extensão, Tsai-Hill, Tsai-Wu, Hashin e Puck.

MICROMECAÂNICA DE MATERIAIS COMPÓSITOS

Volume de fibra, gramagem. Método de cálculo da rigidez, baseado na mecânica dos materiais: Determinação de E_{11} , E_{22} , ν_{12} e G_{12} . Determinação de características de resistência.

V – COMPORTAMENTO MECÂNICO DE UM LAMINADO (Macromecânica)

Teoria clássica dos Laminados. Casos particulares – Configurações de uma só camada: isotrópica, ortotrópica em eixos principais; camada ortotrópica em eixos principais e camada anisotrópica. Configurações de várias camadas simétricas: Várias camadas isotrópicas, especialmente ortotrópicas e geralmente ortotrópicas; camadas anisotrópicas. Configurações de várias camadas antisimétricas: Laminados cruzados e angulados antisimétricos.

Resistência de laminados, efeito da temperatura de cura.

Análise após a falha da primeira lâmina. Modelos de degradação total e dano progressivo. Tensões interlaminares: efeito de bordo livre e elementos curvos.

Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular

Os conceitos fundamentais dos conteúdos programáticos são introduzidos nas aulas, dando-se ênfase a exemplos industriais, no caso dos processos de fabrico e projecto com materiais compósitos.

A componente teórica de cálculo de laminados é suportada por programas de computação simbólica e de elementos finitos, que possibilitam automatizar o cálculo e compreender mais facilmente os vários fenómenos. Através de gráficos e de modelos 3-D, contendo estes últimos tensões e deformações resultantes, sob a forma de franjas de cores, o aluno consegue perceber a resultante de um determinado conjunto de cargas que submeteu a um componente ou estrutura.

A previsão do comportamento mecânico do laminado ou componente, através do cálculo baseado nos critérios de falha mais relevantes, fornece ao futuro profissional de engenharia meios para poder integrar uma equipa de concepção, e projecto, na área dos materiais compósitos.

A sequência dos conteúdos programáticos conduz o aluno a compreender os vários métodos de produção e fabrico e cálculo de componentes em materiais compósitos.

São apresentados vídeos e animações computacionais que possibilitam a melhor compreensão dos aspectos essenciais do estudo.

Será sempre realizada, em cada semestre, uma visita de estudo a empresas que operam na área dos Materiais Compósitos, como sejam: OGMA - Indústria Aeronáutica de Portugal, Inapalplásticos, Estaleiros Navais de Peniche, entre outros.

Metodologias de ensino (avaliação incluída)

A leccionação será efectuada através de aulas teórico-práticas e de práticas de laboratório. Pretende-se que através da leitura da bibliografia o aluno seja introduzido nos aspectos matemáticos e físicos fundamentais em cada tópico a tratar. As aulas teóricas-práticas funcionarão com breves exposições sobre cada tema, seguidas de exemplos práticos e exercícios, onde se pretende que o aluno consolide os conceitos que estudou. Nas aulas de práticas de laboratório serão realizados os trabalhos práticos.

A avaliação de conhecimentos é efectuada em avaliação contínua.

A nota final (NF) é o resultado de: $NF = TP 1 + TP 2 + TP 3 + E$, cujos pesos percentuais se encontram abaixo.

É obrigatória a presença nas aulas práticas e Exame.

Trabalhos e Exame obrigatórios:

TP 1 – Fabrico de placas por via húmida e por autoclave e saco de vácuo. Cálculo do volume de fibra teórico e cálculo do peso. Comparação com o real. Para o caso de autoclave, pode-se também fabricar laminados não simétricos e ver os efeitos da distorção após cura. **(15%)**

TP 2 – Trabalho sobre acoplamentos flexão/extensão; Extensões/corte e flexão/distorção (calcular matrizes no software Maple (cálculo simbólico) e no Ansys (cálculo por MEF –Método dos Elem. Finitos) para empilhamento definido, e ver deformações. **(15%)**

TP 3 – Trabalho principal (45%). Exemplos de trabalhos que podem ser realizados:

TP 3.1 – Predição da resistência e dano de um componente através da aplicação de critérios de falha. Cálculo analítico quando aplicável (placas, vigas etc.). Comparação com MEF e/ou experimental.

TP 3.2 – Simulação MEF de um componente mais complexo: roda de bicicleta, ponte pedonal etc. Este trabalho pode ser feito em conjunto com a disciplina de Projecto Mecânico, havendo acordo prévio com os orientadores e docentes do Projecto.

TP 3.3 – Fabrico de uma pequena estrutura ou componente no laboratório ou numa empresa (com acordo prévio). Este trabalho deverá também ter alguma componente de projecto, tal como o TP 3.2.

TP 3.4 – Ensaios mecânicos normalizados a componentes feitos de materiais compósitos, com apoio da extensometria eléctrica por resistência.

Outros a definir.

E - Exame (25%).

A nota mínima nos trabalhos e no exame deverá ser de 10 valores.

Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos da unidade curricular

Nas metodologias de ensino são aplicadas diferentes meios que possibilitam atingir os objectivos da unidade curricular. Consoante as características dos conceitos a transmitir são utilizadas aulas teórico-práticas e práticas de laboratório, as quais constituem um conjunto que se pretende harmonioso, de forma a habilitar os alunos à compreensão dos conceitos fundamentais, associados aos conteúdos programáticos. Nas aulas teórico-práticas e práticas de laboratório são usadas as potencialidades dos novos sistemas multimédia e efectuado o recurso a programas de computação simbólica e de cálculo pelo Método dos elementos Finitos, para a simulação de componentes em materiais compósitos.

Bibliografia Principal

- Composite Materials: Design and Applications, Gay, D., Hoa, S. V., Tsai, S. W., CRC Press.
- Mechanics of Composites Materials, Jones, R., Taylor and Francis.
- Laminar Composites, Staab, G., Butterworth-Heinemann.
- Materiais Compósitos: Materiais, Fabrico e Comportamento Mecânico, de Moura, M.- Publindústria.
- Artigos ISI integrantes do Word Wide Failure Exercise.
- Composites Manufacturing: Materials, Product, and Process Engineering, Mazumdar, S. K., CRC Press.
- Care and Repair of Advanced Composites, Armstrong, K., SAE.
- Mechanical Testing of Advanced Fiber Composites, Hodgkinson, J. M., CRC Press.
- ASM Handbook, Volume 21: Composites, ASM International.
- Fundamentals of Composites Manufacturing: Materials, Methods, and Applications, Strong, A. B., SME.
- Apontamentos e diapositivos dos docentes da unidade curricular.