



INSTITUTO POLITÉCNICO DE TOMAR  
ESCOLA SUPERIOR DE TECNOLOGIA DE TOMAR

|              |  |                    |           |
|--------------|--|--------------------|-----------|
| <b>CURSO</b> | Licenciatura em Conservação e Restauro | <b>ANO LECTIVO</b> | 2013/2014 |
|--------------|--|--------------------|-----------|

| UNIDADE CURRICULAR | ANO | SEM | ECTS | HORAS TOTAIS | HORAS CONTACTO       |
|--------------------|-----|-----|------|--------------|----------------------|
| Materiais 2        | 1º  | 2º  | 4,5  | 121,5        | T: 30; TP: 30; OT: 2 |

|                |  |
|----------------|--|
| <b>DOCENTE</b> | Eduardo Jorge Marques de Oliveira Ferraz |
|----------------|--|

### OBJETIVOS E COMPETÊNCIAS A DESENVOLVER

A unidade curricular de Materiais 2 do curso de licenciatura em Conservação e Restauro tem como objectivos iniciais de aprendizagem a aquisição de conhecimentos elementares e fundamentais relacionados com características e propriedades de matérias-primas, manufatura de materiais cerâmicos clássicos, vítreos e metálicos, incluindo as ligas metálicas, processos e tecnologia de produção, comportamento e reacção com o meio.

Relativamente aos cerâmicos clássicos são revistas (leccionadas na unidade curricular de Materiais 1) as características e propriedades das diferentes matérias-primas necessárias à sua produção, apresentados os vários processos de produção (manuais ou industriais) e respetivas fases, principais reacções de transformação térmica, propriedades genéricas dos produtos finais, bem como defeitos comuns e tipos de degradação usuais antes e após colocação em obra.

Sobre os vidros e os vidrados são revistas (leccionadas na unidade curricular de Materiais 1) as principais matérias-primas para a sua produção e apresentados os vários modos e fases de produção (manuais e industriais), bem como as principais funções e aplicações, características e propriedades dos diversos tipos de vidros e vidrados. Efetua-se breve abordagem à alterabilidade de materiais amorfos.

No que diz respeito aos materiais metálicos e ligas metálicas são apresentadas as composições mais comuns, principais processos de produção, transformações fundamentais, características e propriedades relevantes, comportamentos diferenciadores, aspectos relacionados com os tratamentos térmicos, micromorfologia e processos de corrosão.

O programa teórico-prático incide na aprendizagem de métodos de determinação, cálculos, e utilização de técnicas analíticas ou ensaios relacionadas com as propriedades das matérias-primas e/ou dos materiais leccionados no programa teórico.

Compreender, avaliar e interpretar a origem, a forma de produção, o tipo de material e a interação deste com o meio deverão ser os objetivos finais da unidade curricular.

Após a frequência da componente teórica da unidade curricular, o estudante deverá ter adquirido um conjunto de conhecimentos que lhe permita de forma autónoma desenvolver

*Handwritten signature*

competências relativamente aos materiais cerâmicos clássicos, vidros, vidrados, metais e ligas metálicas, nomeadamente:

- Conhecer as matérias-primas fundamentais necessárias à sua produção;
- Conhecer os processos e as tecnologias de produção mais utilizadas;
- Reconhecer e identificar os materiais pelas suas características genéricas, propriedades diferenciadoras e comportamento habitual;
- Conhecer os principais mecanismos de degradação dos materiais resultante da acção de factores químicos, físicos, biológicos e antrópicos;
- Identificar sumariamente as formas de alteração ou degradação mais comuns.

Após a frequência da componente teórico-prática da unidade curricular lecionada em laboratório, o estudante deverá ter adquirido um conjunto de conhecimentos que lhe permita de forma autónoma desenvolver competências relativamente aos materiais cerâmicos clássicos, vidros, vidrados, metais e ligas metálicas, nomeadamente:

- Conhecer e aplicar os requisitos mínimos de higiene e segurança no trabalho necessários ao bom funcionamento do laboratório;
- Utilizar equipamento e material de laboratório elementar, bem como as boas práticas no seu manuseamento;
- Executar alguns testes e ensaios para caracterizar física e mecanicamente os materiais estudados;
- Efetuar a conformação tradicional de objetos, secagem, vidragem, decoração e cozedura dos mesmos;
- Contactar com a conformação tradicional de um objeto em alumínio;
- Desenvolver competência crítica, tendo por base os conhecimentos e as competências teóricas, para interpretar, relacionar, discutir e concluir sobre os resultados de diferentes testes e ensaios de caracterização.

## CONTEÚDOS PROGRAMÁTICOS

### Componente teórica

#### 1. Materiais cerâmicos clássicos:

##### 1.1. Matérias-primas

###### 1.1.1. Argilas

###### 1.1.2. Quartzo

###### 1.1.3. Feldspatos

##### 1.2. Produção

###### 1.2.1. Extração das matérias-primas

###### 1.2.2. Preparação das matérias-primas

###### 1.2.3. Mistura das matérias-primas

###### 1.2.4. Conformação

###### 1.2.5. Secagem

###### 1.2.6. Cozedura - Transformação térmica

###### 1.2.6.1. Fases cristalinas versus fase vítrea

###### 1.2.6.2. Sinterização

- 1.2.7. Arrefecimento
- 1.2.8. Acabamentos
- 1.3. Estrutura e propriedades
  - 1.3.1. Estado sólido versus estado amorfo
  - 1.3.2. Ligação iónica e covalente
  - 1.3.3. Porosidade e absorção de água
  - 1.3.4. Massa volúmica
  - 1.3.5. Resistência mecânica, química e térmica
- 1.4. Tipos e classificação
  - 1.4.1. Barro vermelho versus barro branco
  - 1.4.2. Cerâmica de construção
  - 1.4.3. Cerâmica utilitária e decorativa
  - 1.4.4. Cerâmica de pavimento e revestimento
- 1.5. Principais produtos
  - 1.5.1. Olaria e terracota
  - 1.5.2. Faianças
    - 1.5.2.1. Azulejo
  - 1.5.3. Grés
  - 1.5.4. Porcelanas
  - 1.5.5. Refractários
- 1.6. Defeitos comuns
  - 1.6.1. Após secagem
  - 1.6.2. Após cozedura
- 1.7. Alteração
  - 1.7.1. Fatores
  - 1.7.2. Mecanismos
  - 1.7.3. Patologias comuns
    - 1.7.3.1. Eflorescências
    - 1.7.3.2. Interação cerâmico/argamassa
- 2. Materiais vítreos
  - 2.1. Matérias-primas
    - 2.1.1. Vitrificantes
    - 2.1.2. Fundentes
    - 2.1.3. Estabilizadores
    - 2.1.4. Corantes
    - 2.1.5. Opacificantes
  - 2.2. Produção
    - 2.2.1. Extração das matérias-primas
    - 2.2.2. Preparação das matérias-primas
    - 2.2.3. Fusão e desgasificação
    - 2.2.4. Moldação
    - 2.2.5. Arrefecimento
    - 2.2.6. Tratamentos térmicos e químicos
    - 2.2.7. Acabamentos
  - 2.3. Estrutura e propriedades
    - 2.3.1. Estado amorfo
    - 2.3.2. Ligação iónica e covalente
    - 2.3.3. Porosidade

- 2.3.4. Massa volúmica
- 2.3.5. Dilatação
- 2.3.6. Resistência mecânica, química e térmica
- 2.3.7. Contaminantes
- 2.4. Tipos e classificação
  - 2.4.1. Vidros
    - 2.4.1.1. Plano
    - 2.4.1.2. Curvo
  - 2.4.2. Fritas e vidrados
    - 2.4.2.1. Temperatura de cozedura
    - 2.4.2.2. Fundente
    - 2.4.2.3. Atmosfera de cozedura
    - 2.4.2.4. Acabamento
    - 2.4.2.5. Coloração
  - 2.4.3. Função
- 2.5. Fritas e vidrados
  - 2.5.1. Vidragem
  - 2.5.2. Cozedura
- 2.6. Defeitos comuns
  - 2.6.1. Fabrico versus envelhecimento
  - 2.6.2. Desvitrificação
  - 2.6.3. Acordo suporte/vidrado
- 2.7. Alteração
  - 2.7.1. Fatores
  - 2.7.2. Mecanismos
  - 2.7.3. Camadas superficiais
  - 2.7.4. Patologias comuns
    - 2.7.4.1. Modificação da superfície
    - 2.7.4.2. Expansão por humidade
- 3. Materiais metálicos e ligas metálicas
  - 3.1. Matérias-primas
    - 3.1.1. Minerais metálicos
    - 3.1.2. Calcário
  - 3.2. Produção
    - 3.2.1. Extração das matérias-primas
    - 3.2.2. Preparação das matérias-primas
    - 3.2.3. Fundição - Metalurgia
      - 3.2.3.1. Cristalização
      - 3.2.3.2. Sinterização
    - 3.2.4. Conformação
    - 3.2.5. Maquinagem
    - 3.2.6. Tratamentos térmicos
    - 3.2.7. Ligação de componentes
    - 3.2.8. Acabamentos
  - 3.3. Estrutura e propriedades
    - 3.3.1. Estado sólido
    - 3.3.2. Ligação metálica
    - 3.3.3. Massa volúmica

Handwritten signature or initials in blue ink.

- 3.3.4. Condutividade térmica e elétrica
- 3.3.5. Dureza
- 3.4. Tipos e classificação
  - 3.4.1. Metais
  - 3.4.2. Ligas metálicas
    - 3.4.2.1. Ferrosas
    - 3.4.2.2. Ligas não ferrosas - Cobre
    - 3.4.2.3. Ligas não ferrosas de baixo ponto de fusão - Alumínio
- 3.5. Defeitos comuns
  - 3.5.1. Contração
  - 3.5.2. Porosidade
- 3.6. Patologias comuns
  - 3.6.1. Fadiga
    - 3.6.1.1. Factores que influenciam
    - 3.6.1.2. Fissuração e rutura
  - 3.6.2. Corrosão
    - 3.6.2.1. Ambientes de corrosão
    - 3.6.2.3. Reações químicas
    - 3.6.2.3. Patina
    - 3.6.2.4. Inibição, passividade e protecção de metais e ligas metálicas
- 4. Noções gerais sobre caracterização fundamental de materiais
  - 4.1. Composição granulométrica versus granularidade
  - 4.2. Composição mineral
  - 4.3. Composição elementar (química)
  - 4.4. Comportamento termogravimétrico e termodiferencial
  - 4.5. Comportamento termodilatométrico
  - 4.6. Fusibilidade
  - 4.7. Morfologia das partículas

#### Componente teórico-prática

- I - Características mássicas de materiais porosos. Teor de humidade.
- II - Massa volúmica aparente: Método de Arquimedes.
- III - Massa volúmica real: Método do balão de L'Chatelier.
- IV - Massa volúmica real: Método do picnómetro.
- V - Baridade e volume de vazios.
- VI - Limites de consistência: limite de liquidez.
- VII - Limites de consistência: limite de plasticidade. Índice de Plasticidade de Atterberg.
- VIII - Conformação de provetes cerâmicos: compactação.
- IX - Conformação de provetes cerâmicos: enchimento.
- X - Secagem e cozedura de provetes cerâmicos.
- XI - Retracção linear e resistência mecânica à flexão de provetes cerâmicos.
- XII - Vidragem e decoração de provetes cerâmicos.
- XIII - Fundição e conformação de um objecto em alumínio.
- XIV - Discussão, análise, interpretação dos resultados e principais conclusões.

## BIBLIOGRAFIA

- ARES, J.A. (2005) *O Metal: Técnicas de Conformação, Forja e Soldadura*. Editorial Estampa, Lisboa.
- Chavarria, J. & Vigué, J. (1997) *A Cerâmica*. Editorial Estampa, Lisboa.
- Cottrell, A. (1993) *Introdução à Metalurgia*. Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa.
- Emiliani, G.P. & Corbara, F. (1999) *Tecnologia Ceramica, Vol. I: Le Materie Prime*. Gruppo Editoriale Faenza Editrice, Faenza.
- Emiliani, G.P. & Corbara, F. (1999) *Tecnologia Ceramica, Vol. II: La Lavorazione*. Gruppo Editoriale Faenza Editrice, Faenza.
- Emiliani, G.P. & Corbara, F. (2001) *Tecnologia Ceramica, Vol. III: Le Tipologie*. Gruppo Editoriale Faenza Editrice, Faenza.
- Fagundes, A. (1997) *Manual Prático de Introdução à Cerâmica*. Editorial Caminho, Lisboa.
- Fernandes, M.H.F.V. (1999) *Introdução à Ciência e Tecnologia do Vidro*. Universidade Aberta, Lisboa.
- Fonseca, A.T. (2000) *Tecnologia do Processamento Cerâmico*. Universidade Aberta, Lisboa.
- Gomes, C.S.F. (1988) *Argilas: O Que São e Para Que Servem*. Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa.
- Gomes, C.S.F. (1990) *Minerais Industriais: Matérias-Primas Cerâmicas*. Instituto Nacional de Investigação Científica, Lisboa.
- Gomes, C. S. F. (2002) *Argilas: Aplicações na Indústria*. Edição de autor, Aveiro.
- Ferraz, E.; Coroado, J.; Triães, R. & Rocha, F. (2012) *Conceitos e sistematização da cerâmica clássica: matérias-primas e produtos*. *Kerâmica*, 314; 6-8, 10-12, 14-16, 18-19.
- Hevia, R., Centritto, N., Oliveira, A.P.N., Bernardin, A.M. & Durán, A. (2002) *Introducción a los Esmaltes Cerámicos*. Faenza Editrici ibérica, Castellón de la Plana.
- Maia, S.B. (2003) *O Vidro e Sua Fabricação*. Interciência, Rio de Janeiro.
- Navarro, J.E.E. & Albaro, J.L.A. (1983) *Tecnología Cerámica, Vol. I: Introducción a la Tecnología Cerámica. Matérias primas cerámicas*. Instituto de Química Técnica, Universidad de Valencia.
- Navarro, J.E.E., Albaro, J.L.A. & Fuster, M.M. (1985) *Tecnología Cerâmica, Vol. II: Pastas Cerámicas*. Instituto de Química Técnica, Universidad de Valencia.
- Navarro, J.E.E., Albaro, J.L.A. & Fuster, M.M. (1985) *Tecnología Cerámica, Vol. III: Tecnología de la Fabricación Cerámica. Preparación de Pastas e Processos de Formacion de Pieza*. Instituto de Química Técnica, Universidad de Valencia.
- Navarro, J.E.E., Albaro, J.L.A. & Fuster, M.M. (1985) *Tecnología Cerámica, Vol. IV: Tecnología de la Fabricación Cerámica. Secado y cocción*. Instituto de Química Técnica, Universidad de Valencia.
- Reed, J.S. (1988) *Introduction to the Principles of Ceramic Processing*. John Wiley, New York.
- Santos, P.S. (1989) *Ciência e Tecnologia de Argilas*. 3 Volumes, Editora Edgard Blücher, S. Paulo.
- Seabra, A.V. (2002) *Metalurgia Geral*. 3 Volumes, Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Lisboa.

*Handwritten signature*

## MÉTODOS DE AVALIAÇÃO

De acordo com o ponto 1, artigo 11º do Regulamento Académico da Escola Superior de Tecnologia de Tomar do Instituto Politécnico de Tomar (RAESSTIPT) estabelecem-se os critérios e formas de avaliação referentes à avaliação de conhecimentos da presente unidade curricular.

A avaliação de conhecimentos é realizada por avaliação final (ponto 1, artigo 12º do RAESTTIPT) nas componentes teórica e teórico-prática (ponto 4, artigo 12º do RAESTTIPT).

A fórmula de cálculo (ponto 11, artigo 12º do RAESTTIPT) para a obtenção da classificação final da unidade curricular é a seguinte:

$$\text{Classificação final} = \text{CT} \times (2/3) + \text{CT-P} \times (1/3)$$

onde:

CT: Componente Teórica

CT-P: Componente Teórico-Prática

A avaliação da componente teórica e da componente teórico-prática será efetuada por exame escrito (ponto 3, artigo 12º do RAESTTIPT).

O exame escrito será composto por duas partes independentes: a primeira correspondente à avaliação da componente teórica e a segunda correspondente à avaliação da componente teórico-prática. Os estudantes podem optar por realizar as duas componentes (teórica e teórico-prática) ou apenas uma componente (teórica ou teórico-prática).

A primeira parte do exame terá uma duração máxima de 1h:30min e a segunda parte uma duração máxima de 45 minutos. Entre o final da primeira parte do exame e o início da segunda parte poderá existir um intervalo com duração máxima de 15 minutos. A desistência na primeira parte do exame só poderá ocorrer 45 minutos após o seu início e na segunda parte do exame após 30 minutos do seu início.

No exame (componente teórica e componente teórico-prática) não é permitida a consulta de qualquer documentação. Na segunda parte do exame (componente teórico-prática) é permitida a utilização de máquina de calcular.

A avaliação das componentes teórica e/ou teórico-prática a realizar na época de exame normal poderão facultativamente ser objecto de melhoria, implicando a realização de exame escrito na época de exame de recurso (ponto 1, artigo 19º do RAESTTIPT).

Em qualquer das melhorias facultativas efectuadas à componente teórica e/ou teórico-prática será considerada a melhor classificação obtida em cada época de exame (normal ou recurso).

A avaliação da unidade curricular nas épocas de trabalhador-estudante, especial ou consignadas por estatutos vigentes (membros de órgãos de gestão, dirigente associativo jovem, portador de deficiência física ou sensorial, estudante grávida, parentalidade e atleta de alta competição, entre outros) será realizada por exame escrito de acordo com as regras estabelecidas para a época de exame normal.

Os estudantes podem consultar os exames escritos (ponto 1, artigo 24º do RAESTTIPT) até 2 semanas após a divulgação da respetiva pauta de avaliação. A classificação das componentes teórica, teórico-prática e classificação final serão divulgadas publicamente (ponto 4, artigo 14º do RAESTTIPT) através da afixação na porta do gabinete G 209 e da colocação na plataforma de e-learning do IPT da unidade curricular.

A frequência das aulas teórico-práticas é obrigatória (ponto 6, artigo 9º do RAESTTIPT) para os estudantes inscritos pela primeira vez na unidade curricular. A frequência das aulas teórico-

práticas é facultativa (ponto 6, artigo 9º do RAESTTIPT) para os estudantes com mais do que uma inscrição na unidade curricular.

Na pauta da época de frequência não constará qualquer classificação e os estudantes serão “Excluídos de Exame” (ponto 3, artigo 15º do RAESTTIPT) ou “Admitidos a Exame” (ponto 4, artigo 15º do RAESTTIPT). A exclusão de exame aos estudantes inscritos pela primeira vez na unidade curricular será devida a excesso de faltas às aulas teórico-práticas (ponto 6, artigo 9º do RAESTTIPT). O excesso de faltas às aulas teórico-práticas (alínea a), ponto 2, artigo 16º do RAESTTIPT) implica a exclusão de qualquer época de exame (alínea b), ponto 1, artigo 16º do RAESTTIPT) e consequentemente a reprovação imediata na unidade curricular.

## CONSIDERAÇÕES GERAIS

Em caso de reprovação à unidade curricular, e se desejado pelo estudante, a classificação da componente teórico-prática obtida será ser tida em consideração para os anos subsequentes, desde que o conteúdo programático da unidade curricular nesses anos subsequentes seja igual ou similar ao do corrente ano lectivo e o docente seja o mesmo. Até duas semanas após o início do semestre, o estudante deverá informar por escrito o docente relativamente a esta pretensão.

Nos sumários das aulas teóricas e teórico-práticas, dados a conhecer aos estudantes presentes nas respetivas aulas (ponto 1, artigo 8º do RAESTTIPT), será efetuado o registo de presenças dos estudantes (ponto 9, artigo 9º do RAESTTIPT) através da assinatura dos mesmos. Os sumários serão posteriormente entregues na secretaria do curso (ponto 1, artigo 8º do RAESTTIPT) e disponibilizados na plataforma de e-learning do IPT da unidade curricular.

Toda a informação relevante para a unidade curricular a disponibilizar aos estudantes (por exemplo, sebenta não editada, diapositivos de apoio às aulas teóricas, apontamentos de apoio as aulas teórico-práticas, sumários com registo de presenças, artigos em publicações periódicas e outros tipos de documentos) será exclusivamente veiculada através da plataforma de e-learning do IPT da unidade curricular.

O meio de comunicação escrito estudante-professor (e vice versa) sobre qualquer assunto relativo à unidade curricular deverá ser efectuado exclusivamente através de mensagem enviada pela plataforma de “e-learning” do IPT para a unidade curricular e não via correio electrónico pessoal e/ou institucional.

A justificação de falta às aulas teórico-práticas relativas aos estudantes inscritos pela primeira vez na unidade curricular deverá ser entregue ao docente até sete dias (aula seguinte) após a data da falta. Se esta condição não for cumprida a justificação não será tida em consideração.

O docente

*Eduardo Jorge Marques de Oliveira Funes*  
(Prof. Adjunto Comidado)