



**INSTITUTO POLITÉCNICO DE TOMAR**  
**Escola Superior de Tecnologia de Tomar**  
**Departamento de Arte, Arqueologia e Restauro**

**CURSO DE CONSERVAÇÃO E RESTAURO**

**FÍSICA E QUÍMICA III**

(2º ano, 1º semestre)

2002-2003

Docente responsável pela disciplina

**Prof. Adjunto João Luís Farinha Antunes**

Carga horária da disciplina

2 horas teóricas por semana

3 horas práticas por semana e por turma

Método de avaliação

Componente teórica.

Exame final escrito.

ou

Duas frequências que dispensam do exame quando tenham média superior a 10 valores.

Componente prática

Monografia de cerca de 20 páginas sobre um tema escolhido em conjunto pelo aluno e pelo professor tratando um aspecto da Química aplicado à Conservação e Restauro.

Exame oral com apresentação do trabalho tratando o tema da monografia.

São APROVADOS os alunos que tenham nota superior a 10 valores em cada uma das componentes teórica e prática. A nota final da disciplina é a média ponderada das componentes teórica e prática, valendo a componente teórica 60%.

## Resumo do programa



### 1 Introdução ao estudo dos compostos orgânicos usados em arte e em restauro

- 1.1 *Aplicações da Química Orgânica na arte e no restauro*
- 1.2 *Revisão de conceitos*
- 1.3 *Ligação covalente*
- 1.4 *Ligações secundárias*

### 2 Estudo sistemático por grupo funcional

- 2.1 *Hidrocarbonetos saturados (alcanos)*
- 2.2 *Hidrocarbonetos alifáticos insaturados (alquenos)*
- 2.3 *Hidrocarbonetos aromáticos*
- 2.4 *Derivados halogenados dos hidrocarbonetos*
- 2.5 *Alcoóis*
- 2.6 *Polialcoóis*
- 2.7 *Éteres*
- 2.8 *Cetonas*
- 2.9 *Aldeídos*
- 2.10 *Ácidos orgânicos (carboxílicos)*
- 2.11 *Ésteres*
- 2.12 *Aminas*
- 2.13 *Amidas*

### 3 A limpeza em conservação e restauro

- 3.1 *Detergentes*
- 3.2 *Solventes*
- 3.3 *Enzimas*
- 3.4 *Resinas de troca iônica*

### 4 Substâncias filmicas, adesivos e consolidantes

- 4.1 *Teorias de adesão*
- 4.2 *Mecanismos de formação de um filme*
- 4.3 *Propriedades mais importantes em arte e restauro*

### 5 Polímeros sintéticos

- 5.1 *Generalidades e definições*
- 5.2 *Polímeros vinílicos*
- 5.3 *Polímeros de condensação*
- 5.4 *Polímeros de Silício*

### 6 Biomoléculas

- 6.1 *Proteínas*
- 6.2 *Lípidos*
- 6.3 *Glícidos e polissacarídeos*
- 6.4 *Cerídeos*
- 6.5 *Terpenos*
- 6.6 *Degradação das substâncias naturais*

## Programa



### 1 Introdução ao estudo dos compostos orgânicos usados em arte e em restauro

#### 1.1 Aplicações da Química Orgânica na arte e no restauro

- 1.1.1 Materiais de origem natural e sintéticos.
- 1.1.2 Materiais de produção artística.
- 1.1.3 Materiais de uso em restauro.

#### 1.2 Revisão de conceitos

- 1.2.1 Tabela periódica. Electronegatividade.
- 1.2.2 Notação de Lewis.
- 1.2.3 Noção de radical.
- 1.2.4 Ligação química

#### 1.3 Ligação covalente

- 1.3.1 Ligações simples, duplas e triplas.
- 1.3.2 Concatenação do carbono.
- 1.3.3 Carbono primário, secundário, terciário e quaternário.
- 1.3.4 Ligações duplas conjugadas.
- 1.3.5 Sólidos covalentes.
- 1.3.6 Escrita de fórmulas estruturais de compostos orgânicos. Fórmulas reduzidas.
- 1.3.7 Polaridade da ligação covalente
  - 1.3.7.1 Ligação covalente polar e apolar.
  - 1.3.7.2 Momento dipolar.
  - 1.3.7.3 Efeito da electronegatividade dos elementos no momento dipolar.
  - 1.3.7.4 Efeito da geometria molecular no momento dipolar.

#### 1.4 Ligações secundárias

- 1.4.1 Dipolos permanentes, instantâneos e induzidos.
- 1.4.2 Forças de Van der Waals.
- 1.4.3 Forças dipolo-dipolo. Influência do momento dipolar.
- 1.4.4 Forças de dispersão ou London. Polarizabilidade. Influência do tamanho da molécula.
- 1.4.5 Pontes de Hidrogénio.
- 1.4.6 Efeito das ligações secundárias nas propriedades dos compostos
  - 1.4.6.1 Pontos de fusão e ebulição.
  - 1.4.6.2 Hidro e lipofilicidade
- 1.4.7 Triângulo de solubilidades.

### 2 Estudo sistemático por grupo funcional

#### 2.1 Hidrocarbonetos saturados (alcanos)

- 2.1.1 Nomenclatura.
- 2.1.2 Cicloalcanos.
- 2.1.3 Isomeria. Isomeria de constituição.
- 2.1.4 Variação dos Pontos de Fusão e Ebulição com o nº de carbonos na cadeia.
- 2.1.5 Propriedades mais importantes do ponto de vista da arte e restauro.
- 2.1.6 Diluentes. Os espíritos. Éteres de petróleo.
- 2.1.7 Posição no triângulo de solubilidades.



## 2.2 Hidrocarbonetos alifáticos insaturados (alquenos)

- 2.2.1 Nomenclatura.
- 2.2.2 Cicloalquenos.
- 2.2.3 Isomeria cis-trans
- 2.2.4 Especial importância do radical vinilo.
- 2.2.5 Importância da presença de duplas ligações num composto.
- 2.2.6 Propriedades mais importantes do ponto de vista da arte e restauro.
- 2.2.7 Posição no triângulo de solubilidades.

## 2.3 Hidrocarbonetos aromáticos

- 2.3.1 Nomenclatura.
- 2.3.2 Importância da anel benzênico.
- 2.3.3 Propriedades mais importantes do ponto de vista da arte e restauro.
- 2.3.4 Posição no triângulo de solubilidades.

## 2.4 Derivados halogenados dos hidrocarbonetos

- 2.4.1 Nomenclatura.
- 2.4.2 Nomes tradicionais e comerciais.
- 2.4.3 Propriedades mais importantes do ponto de vista da arte e restauro.
- 2.4.4 Posição no triângulo de solubilidades.

## 2.5 Alcoóis

- 2.5.1 Nomenclatura. Alcoóis primários, secundários e terciários. Alcoóis aromáticos.
- 2.5.2 Isomeria de posição.
- 2.5.3 Importância das Pontes de Hidrogênio nas suas propriedades. Variação desta importância com o nº de carbonos da cadeia.
- 2.5.4 Variação dos Pontos de Fusão e Ebulição com o nº de carbonos na cadeia.
- 2.5.5 Propriedades mais importantes do ponto de vista da arte e restauro.
- 2.5.6 Posição no triângulo de solubilidades.
- 2.5.7 Presença da função álcool em compostos polifuncionais.

## 2.6 Polialcoois

- 2.6.1 Diois (glicóis) e triois.
- 2.6.2 O glicerol (glicerina) como composto muito importante em arte.
- 2.6.3 Posição no triângulo de solubilidades.

## 2.7 Éteres

- 2.7.1 Nomenclatura.
- 2.7.2 Isomeria funcional
- 2.7.3 Propriedades mais importantes do ponto de vista da arte e restauro.
- 2.7.4 Posição no triângulo de solubilidades.

## 2.8 Cetonas

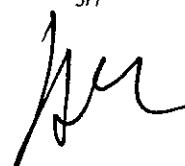
- 2.8.1 Nomenclatura.
- 2.8.2 Variação dos Pontos de Fusão e Ebulição com o nº de carbonos na cadeia.
- 2.8.3 Propriedades mais importantes do ponto de vista da arte e restauro.

## 2.9 Aldeídos

- 2.9.1 Nomenclatura.
- 2.9.2 Propriedades mais importantes do ponto de vista da arte e restauro.

## 2.10 Ácidos orgânicos (carboxílicos)

- 2.10.1 Nomenclatura.




- 2.10.2 Nomes tradicionais.
  - 2.10.3 Comparação com os ácidos inorgânicos (clorídrico, sulfúrico e nítrico).
  - 2.10.4 Propriedades mais importantes do ponto de vista da arte e restauro.
  - 2.10.5 Posição no triângulo de solubilidades.
  - 2.10.6 Saponificação de um ácido orgânico. Sabões.
  - 2.10.7 Os ácidos orgânicos como constituintes principais das gorduras e óleos.
  - 2.10.8 Ácidos livres e ácidos esterificados.
- 2.11 Ésteres**
- 2.11.1 Ligação éster.
  - 2.11.2 Nomenclatura.
  - 2.11.3 Propriedades mais importantes do ponto de vista da arte e restauro.
  - 2.11.4 Posição no triângulo de solubilidades.
  - 2.11.5 Hidrólise de um éster. Hidrólise básica.
  - 2.11.6 Saponificação de um éster.
  - 2.11.7 As gorduras, óleos e ceras como exemplo de esteres de origem biológica.
- 2.12 Aminas**
- 2.12.1 Nomenclatura. Aminas primárias, secundárias e terciárias. Aminas cíclicas.
  - 2.12.2 Propriedades mais importantes do ponto de vista da arte e restauro.
- 2.13 Amidas**
- 2.13.1 Nomenclatura.
  - 2.13.2 Propriedades mais importantes do ponto de vista da arte e restauro.
  - 2.13.3 Posição no triângulo de solubilidades.

### 3 A limpeza em conservação e restauro

- 3.1 Detergentes**
- 3.1.1 Agentes tensioactivos.
  - 3.1.2 Mecanismo da detergência
  - 3.1.3 Classes de detergentes. O ião tetralquilamónio.
- 3.2 Solventes**
- 3.2.1 Factores a ter em conta na escolha de um solvente.
  - 3.2.2 Graus de pureza de um solvente.
  - 3.2.3 O perigo dos materiais orgânicos
    - 3.2.3.1 Toxicidade. Parâmetros de toxicidade. Classes de toxicidade.
    - 3.2.3.2 Flamabilidade. *Flash point*.
  - 3.2.4 Mecanismo de acção de uma gota de solvente sobre uma superfície
  - 3.2.5 Capacidade de penetração. Classes de capacidade de penetração.
  - 3.2.6 Volatilidade-retenção. Classes de volatilidade-retenção.
  - 3.2.7 Classificação dos solventes combinando penetração e retenção.
  - 3.2.8 Interações específicas.
  - 3.2.9 Solventes mais importantes utilizados em restauro organizados por grupo funcional. Suas propriedades, nomes tradicionais e comerciais, e utilização.

### 4 Polímeros sintéticos

- 4.1 Generalidades e definições**
- 4.1.1 Homopolímeros e copolímeros.



6/7

- 4.1.2 Tipos de polimerização
    - 4.1.2.1 Adição.
    - 4.1.2.2 Condensação.
  - 4.1.3 Classificação dos polímeros
    - 4.1.3.1 Por tipo de polimerização.
    - 4.1.3.2 Por estrutura interna.
    - 4.1.3.3 Por comportamento térmico.
    - 4.1.3.4 Por origem.
    - 4.1.3.5 Por uso ou função
  - 4.1.4 Temperatura de Transição Vítrea
    - 4.1.4.1 Importância desta propriedade na escolha de um polímero para uso em restauro.
  - 4.1.5 Modos de aplicação dos polímeros.
  - 4.1.6 Factores que afectam as propriedades dos polímeros
    - 4.1.6.1 Natureza química das moléculas
    - 4.1.6.2 Natureza macromolecular: comprimento e massa molecular.
    - 4.1.6.3 Morfologia: disposição relativa das cadeias. Cristalinidade.
    - 4.1.6.4 Adição de plastificantes, cargas e plastificantes.
  - 4.1.7 Mecanismos de degradação dos polímeros sintéticos
- 4.2 Polímeros vinílicos**
- 4.2.1 Composição química geral
  - 4.2.2 Polímeros vinílicos usados em arte e restauro
    - 4.2.2.1 Polietilenos e outros poli-hidrocarbonetos.
    - 4.2.2.2 Polivinilacetatos (PVA).
    - 4.2.2.3 Polivinilalcoois (PVAL).
    - 4.2.2.4 Poliacrilatos
      - 4.2.2.4.1 O Paraloid B72 como caso particular no restauro actual.
    - 4.2.2.5 Outros polímeros vinílicos
  - 4.2.3 Propriedades importantes para a arte e restauro.
  - 4.2.4 Marcas comerciais
- 4.3 Polímeros de condensação**
- 4.3.1 Reacções de polimerização
  - 4.3.2 Polímeros de condensação usados em arte e restauro
    - 4.3.2.1 Resinas epóxicas.
    - 4.3.2.2 Poliesteres.
    - 4.3.2.3 Outros polímeros de condensação.
  - 4.3.3 Propriedades importantes para a arte e restauro.
  - 4.3.4 Marcas comerciais.
- 4.4 Polímeros de Silício**
- 4.4.1 Silanos e siloxanos.
  - 4.4.2 Silicato de etilo e resinas de silicone
    - 4.4.2.1 Reacções de polimerização.
    - 4.4.2.2 Uso em arte e restauro.
    - 4.4.2.3 Propriedades.
    - 4.4.2.4 Marcas comerciais.



## Bibliografia geral

- C. Correia, A. Nunes, *Química 11º ano*, Porto Editora, 1995, Capítulos 1, 5 e 6.
- L. Masschelein-Kleiner, *Les Solvants*, Cours de Conservation 2, IRPA, Bruxelles, 1981, 131 pgs
- L. Masschelein-Kleiner, *Ancient Binding Media, Varnishes and Adhesives*, ICCROM, Roma, 1995, 110 pgs.
- R. J. Gettens, G. L. Stout, *Painting Materials, A Short Encyclopedia*, Dover Publications Inc., New York, 1966.
- J. S. Mills, R. White, *The Organic Chemistry of Museum Objects*, Butterworths, London, 1987, 185 pgs.
- C. V. Horie, *Materials for Conservation*, Butterworths, London, 1990, 281 pgs.
- H. Valot, J. Petit, *Les Résines Synthétiques et Les Substances Naturelles*, École du Louvre, Paris, 1988, 169 pgs.
- Synthetic Materials used in the conservation of cultural property*, in Conservation of Cultural Property (appendix), UNESCO, Roma, 1963.
- Paolo Cremonesi, *Materiali e Metodi per la Pulitura di Opere Policrome*, Phase, 1997, 142 pgs.
- Mauro Matteini, Arcangelo Moles, *La Chimica nel Restauro*, Nardini Editore, 1989, 379 pgs.
- Malcolm P. Stevens, *Polymer Chemistry: an Introduction*, Oxford University Press, Oxford, 1999.