



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

**CURSO DE CONSERVAÇÃO E RESTAURO**

**QUÍMICA 3**

(2º ano, 1º semestre)

**2010-2011**

Docente responsável pela disciplina

**Prof. Adjunto João Luís Farinha Antunes**

| <b>Carga horária da disciplina</b>      | <b>Total de horas de contacto</b> |
|---|-----------------------------------|
| 2 horas teóricas por semana             | 30 T                              |
| 2 horas práticas por semana e por turma | 30 PL                             |
| 4,5 ECTS                                | 2 OT                              |

**Método de avaliação**

Componente teórica.

Exame final escrito.

Componente prática

Duas monografias, de cerca de 10 páginas cada, sobre um tema escolhido em conjunto pelo aluno e pelo professor tratando um aspecto da Química 3 aplicado à Conservação e Restauro realizada em grupos com o número máximo de três alunos. Exame oral com apresentação da monografia.

São APROVADOS os alunos que tenham nota superior ou igual a 10,0 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%.



## Objectivos

Nesta disciplina classificam-se os compostos orgânicos utilizados na prática da CR, em famílias, e relacionam-se as propriedades químicas e físicas de cada família com a sua estrutura e com o tipo de ligações fazem.

Classificam-se, e comparam-se, os agentes e métodos de limpeza utilizados na prática da CR, estudando-se os mecanismos envolvidos nos diversos processos.

Pretende-se que, no final da disciplina, os alunos consigam:

### *Nos aspectos gerais da química*

- Conhecer a nomenclatura dos compostos orgânicos usados em CR;
- Escrever as fórmulas químicas de compostos orgânicos simples, partindo do seu nome;
- Classificar os compostos orgânicos utilizados na prática da Conservação e Restauro, em famílias, pela identificação do seu grupo funcional;
- Relacionar as propriedades químicas e físicas dos compostos orgânicos que interessam à prática da CR com a sua estrutura;
- Compreender a informação química encontrada em artigos científicos publicados na área do Património e da CR; e saber criticá-la e integrá-la na sua prática;
- Relatar procedimentos fundamentando-os cientificamente do ponto de vista químico;
- Comunicar com especialistas de outras áreas científicas, usando linguagem científica.

### *Em limpeza em CR*

- Compreender, comparando, o mecanismo de acção dos diversos tipos de agentes de limpeza;
- Conhecer as classes de surfactantes e a composição química de cada, conseguindo identificar as classes de surfactantes presentes em formulações usadas em CR, nomeadamente em detergentes;
- Compreender o mecanismo da formação de micelas e o mecanismo da detergência;
- Avaliar o tipo de interacção que cada solvente poderá ter com os materiais encontrados no Património e em Conservação e Restauro;
- Saber seleccionar um solvente, ou compor uma mistura de solventes, com recurso ao triângulo de solubilidades de Teas, tendo em vista a sua capacidade solvente;
- Saber avaliar os perigos dos diferentes solventes;

### *Em polímeros e biomoléculas*

- Conhecer as estruturas químicas e propriedades físicas e químicas dos materiais poliméricos e macromoléculas, naturais e sintéticos, usados no Património e na sua conservação e restauro.
- Compreender as aplicações dos polímeros e macromoléculas, naturais e sintéticos, como ligantes, adesivos, consolidantes, revestimentos, materiais de preenchimento e materiais museológicos.

## Resumo do programa

### 1 A limpeza em conservação e restauro

- 1.1 *Questões associadas à limpeza: porquê, quando, como, e após...?*
- 1.2 *Técnicas de limpeza*

### 2 Limpeza com sistemas aquosos

- 2.1 *A água*
- 2.2 *Resinas de troca iónica*
- 2.3 *Limpeza por ataque químico*
- 2.4 *Detergentes*

### 3 Limpeza com solventes orgânicos

- 3.1 *Graus de pureza de um solvente.*
- 3.2 *O perigo dos solventes orgânicos*
- 3.3 *Classes de solventes de Liliane Masschelein-Kleiner*
- 3.4 *Propriedades a ter em conta na escolha de um solvente.*

### 4 Estudo de grupos funcionais orgânicos

- 4.1 *Hidrocarbonetos*
- 4.2 *Alcoóis*
- 4.3 *Éteres*
- 4.4 *Cetonas*
- 4.5 *Aldeídos*
- 4.6 *Ácidos carboxílicos*
- 4.7 *Ésteres*
- 4.8 *Aminas e amidas*
- 4.9 *Derivados halogenados dos hidrocarbonetos*
- 4.10 *Solventes mais importantes utilizados em Restauro organizados por grupo funcional. Nomes tradicionais e comerciais, e utilização.*

### 5 Polímeros

- 5.1 *Generalidades e definições*
- 5.2 *Polímeros vinílicos*
- 5.3 *Polímeros de condensação*
- 5.4 *Polímeros de Silício*
- 5.5 *Degradação dos polímeros sintéticos*

### 6 Biomoléculas

- 6.1 *Proteínas.*
- 6.2 *Glicídios.*
- 6.3 *Glicerídeos.*
- 6.4 *Ceras*
- 6.5 *Terpenos.*
- 6.6 *Degradação das substâncias naturais*

## Bibliografia

## Programa

### 1 A limpeza em conservação e restauro

#### 1.1 Questões associadas à limpeza: porquê, quando, como, e após...?

#### 1.2 Técnicas de limpeza

- 1.2.1 Mecânicas
- 1.2.2 Por solventes
  - 1.2.2.1 Sistemas aquosos
  - 1.2.2.2 Sistemas orgânicos
- 1.2.3 Por ataque químico
- 1.2.4 Métodos de aplicação das soluções de limpeza
  - 1.2.4.1 Imersão
  - 1.2.4.2 Compressas e pastas
  - 1.2.4.3 Geis
  - 1.2.4.4 Métodos de vapor

### 2 Limpeza com sistemas aquosos

#### 2.1 A água

- 2.1.1 Água corrente, destilada e desionizada.
- 2.1.2 Propriedades da água.

#### 2.3 Limpeza por ataque químico

- 2.3.1 Ácidos e bases.
  - 2.3.1.1 Soluções tampão. Importância da tamponização.
- 2.3.2 Complexantes
  - 2.3.2.1 Complexantes mais usados em restauro
- 2.3.3 Oxidantes e redutores
  - 2.3.3.1 Agentes redox mais usados em restauro

#### 2.4 Detergentes

- 2.4.1 Agentes tensioactivos (surfactantes). Caracterização.
- 2.4.2 Classes de surfactantes.
  - 2.4.2.1 Surfactantes mais comuns em cada classe
  - 2.4.2.2 Utilização de cada classe em CR.
- 2.4.3 Sabões
- 2.4.4 Propriedades das soluções de surfactantes
  - 2.4.4.1 Formação de micelas. Concentração Crítica Micelar (C.M.C.)
  - 2.4.4.2 HLB – Balanço hidrofílico-lipofílico.
  - 2.4.4.3 EO - N° de óxido de etileno
- 2.4.5 Mecanismo da detergência

### 3 Limpeza com solventes orgânicos

#### 3.1 Graus de pureza de um solvente.

#### 3.2 O perigo dos solventes orgânicos

3.2.1 Toxicidade. Parâmetros de toxicidade. Classes de toxicidade.

3.2.2 Flamabilidade. *Flash point*.

#### 3.3 Classes de solventes de Liliane Masschelein-Kleiner

3.3.1 Mecanismo de ação de uma gota de solvente sobre uma superfície

3.3.2 Capacidade de penetração. Classes de capacidade de penetração.

3.3.3 Volatilidade-retenção. Classes de volatilidade-retenção.

3.3.4 Classificação dos solventes combinando penetração e retenção.

#### 3.4 Propriedades a ter em conta na escolha de um solvente.

##### 3.4.1 Solubilidade

3.4.1.1 Interações intermoleculares.

3.4.1.2 Parâmetros de solubilidade.

3.4.1.2.1 Parâmetros fracionários de *Teas*. Triângulo de *Teas*

##### 3.4.2 Volatilidade

3.4.2.1 Pressão de Vapor

3.4.2.2 Pontos de fusão e ebulição

##### 3.4.3 Outras

### 4 Estudo de grupos funcionais orgânicos

#### 4.1 Hidrocarbonetos

##### 4.1.1 Hidrocarbonetos alifáticos

4.1.1.1 Propriedades mais importantes do ponto de vista da arte e restauro.

4.1.1.2 Diluentes. Os *espíritos*. Éteres e essências de petróleo.

4.1.1.2.1 Os *White Spirit*. Vantagens e inconvenientes

4.1.1.3 Variação dos Pontos de Fusão e Ebulição com o nº de carbonos na cadeia.

4.1.1.4 Posição no triângulo de solubilidades.

##### 4.1.2 Hidrocarbonetos aromáticos

4.1.2.1 Tolueno e xileno.

4.1.2.2 Propriedades mais importantes do ponto de vista da arte e restauro.

4.1.2.3 Posição no triângulo de solubilidades.

##### 4.1.3 A polaridade comparada dos hidrocarbonetos entre si.

#### 4.2 Alcoóis

4.2.1 Nomenclatura. Alcoóis primários, secundários e terciários. Alcoóis aromáticos.

4.2.2 Importância das Pontes de Hidrogénio nas suas propriedades. Variação desta importância com o nº de carbonos da cadeia.

4.2.3 Variação dos Pontos de Fusão e Ebulição com o nº de carbonos na cadeia.

4.2.4 Propriedades mais importantes do ponto de vista da arte e restauro.

4.2.5 Posição no triângulo de solubilidades.

4.2.6 Presença da função álcool em compostos polifuncionais.

##### 4.2.7 Poliálcoois

4.2.7.1 O caso particular do glicerol (glicerina).

#### **4.3 Éteres**

- 4.3.1 Nomenclatura.
- 4.3.2 Propriedades mais importantes do ponto de vista da arte e restauro.
- 4.3.3 Posição no triângulo de solubilidades.

#### **4.4 Cetonas**

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

#### **4.5 Aldeídos**

- 4.5.1 Nomenclatura.
- 4.5.2 Propriedades mais importantes do ponto de vista da arte e restauro.

#### **4.6 Ácidos carboxílicos**

- 4.6.1 Nomenclatura.
- 4.6.2 Nomes tradicionais.
- 4.6.3 Comparação com os ácidos inorgânicos.
- 4.6.4 Propriedades mais importantes do ponto de vista da arte e restauro.
- 4.6.5 Posição no triângulo de solubilidades.
- 4.6.6 Saponificação de um ácido gordo. Sabões.
- 4.6.7 Os ácidos orgânicos como constituintes principais das gorduras e óleos.
- 4.6.8 Ácidos livres e ácidos esterificados.

#### **4.7 Ésteres**

- 4.7.1 Ligação éster.
- 4.7.2 Nomenclatura.
- 4.7.3 Propriedades mais importantes do ponto de vista da arte e restauro.
- 4.7.4 Posição no triângulo de solubilidades.
- 4.7.5 Hidrólise de um éster. Hidrólise básica.
- 4.7.6 Saponificação de um éster.
- 4.7.7 As gorduras, óleos e ceras biogénicas como exemplo de esteres de origem biológica.

#### **4.8 Aminas e amidas**

- 4.8.1 Nomenclatura. Aminas primárias, secundárias e terciárias. Aminas cíclicas.
- 4.8.2 Propriedades mais importantes do ponto de vista da arte e restauro.

#### **4.9 Derivados halogenados dos hidrocarbonetos**

- 4.9.1 Nomenclatura.
- 4.9.2 Nomes tradicionais e comerciais.
- 4.9.3 CFCs (cloro-flúor-carbonos), .
- 4.9.4 Propriedades mais importantes do ponto de vista da arte e restauro.
- 4.9.5 Posição no triângulo de solubilidades.

#### **4.10 Solventes mais importantes utilizados em Restauro organizados por grupo funcional. Nomes tradicionais e comerciais, e utilização.**

### **5 Polímeros e macromoléculas**

#### **5.1 Generalidades e definições**

- 5.1.1 Homopolímeros e copolímeros.
- 5.1.2 Tipos de polimerização

- 5.1.2.1 Adição.
- 5.1.2.2 Condensação.
- 5.1.3 Classificação dos polímeros
  - 5.1.3.1 Por tipo de polimerização.
  - 5.1.3.2 Por estrutura interna.
  - 5.1.3.3 Por comportamento térmico.
  - 5.1.3.4 Por origem.
  - 5.1.3.5 Por uso ou função
- 5.1.4 Temperatura de Transição Vítea
  - 5.1.4.1 Importância desta propriedade na escolha de um polímero para uso em restauro.
- 5.1.5 Modos de aplicação dos polímeros.
- 5.1.6 Factores que afectam as propriedades dos polímeros
  - 5.1.6.1 Natureza química das moléculas
  - 5.1.6.2 Natureza macromolecular: comprimento e massa molecular.
  - 5.1.6.3 Morfologia: disposição relativa das cadeias. Cristalinidade.
  - 5.1.6.4 Adição de plastificantes e cargas.
- 5.1.7 Mecanismos de degradação dos polímeros sintéticos
- 5.2 Polímeros vinílicos**
  - 5.2.1 Composição química geral
  - 5.2.2 Polímeros vinílicos importantes em arte e restauro
  - 5.2.3 Propriedades importantes para a arte e restauro.
- 5.3 Polímeros de condensação**
  - 5.3.1 Reacções de polimerização
  - 5.3.2 Polímeros de condensação usados em arte e restauro
    - 5.3.2.1 Resinas epóxicas.
    - 5.3.2.2 Outros polímeros de condensação.
  - 5.3.3 Propriedades importantes para a arte e restauro.
- 5.4 Polímeros de Silício**
  - 5.4.1 Silanos e siloxanos.
  - 5.4.2 Silicato de etilo e resinas de silicone
    - 5.4.2.1 Reacções de polimerização.
    - 5.4.2.2 Propriedades.
- 5.5 Degradação dos polímeros sintéticos**
  - 5.5.1 Mecanismos de degradação
  - 5.5.2 Consequências nas suas propriedades

## 6 Biomoléculas

- 6.1 Proteínas.**
  - 6.1.1  $\alpha$ -aminoácidos.
  - 6.1.2 Zwitterião. Ponto isoeléctrico.
  - 6.1.3 Péptido. Ligação peptídica. Hidrólise da ligação peptídica.
  - 6.1.4 Proteínas. Principais proteínas com importância em arte e restauro.
- 6.2 Glúcidos.**
  - 6.2.1 Monossacarídeos

- 6.2.1.1 Glucose e outros açúcares.
- 6.2.2 Polissacarídeos
  - 6.2.2.1 Ligação glicosídica.
  - 6.2.2.2 Celulose, Amilose e Amilopectina.

### **6.3 Glicerídeos.**

- 6.3.1 Composição dos óleos e gorduras
  - 6.3.1.1 Glicerina. Ácidos gordos mais comuns.
  - 6.3.1.2 Triglicerídeos.
- 6.3.2 Óleos secantes
  - 6.3.2.1 Composição química geral.
  - 6.3.2.2 Óleos secantes mais comuns.
  - 6.3.2.3 Mecanismo da secatividade.

### **6.4 Ceras**

- 6.4.1 Distinção entre ceras propriamente ditas (cerídeos) e outras ceras.
- 6.4.2 Classificação das ceras.
- 6.4.3 Composição geral das ceras propriamente ditas (cerídeos)

### **6.5 Terpenos.**

- 6.5.1 Classificação.
- 6.5.2 Composição química geral.
- 6.5.3 Materiais de arte e restauro compostos principalmente por terpenos

### **6.6 Degradação das substâncias naturais**

- 6.6.1 Principais causas da degradação das substâncias naturais
- 6.6.2 Mecanismos de degradação
- 6.6.3 Consequências na obra de arte

## **7 Adesivos, ceras e vernizes em CR**

Principais materiais naturais e sintéticos, usados em restauro nestas categorias. Composição, nomes tradicionais e comerciais, propriedades e utilização.



## Bibliografia

(a escuro os mais relevantes)

**ADHESIVES AND COATINGS.** Science for Conservators, Book 3. Helen Wilks (series ed.). London: The Conservation Unit. Museums & Galleries Commission. (Conservation Science Teaching Series), 1984. 128 pags.. ISBN 0-948630-04-3

ALLEN, N.S.; EDGE, M.; HORIE, C.V. (eds.) – **Polymers in Conservation.** Cambridge: Royal Society of Chemistry, 1992.

AMOROSO, Giovanni G.; CAMAITI, Mara – **Scienza dei Materiali e Restauro. La Pietra: dalle mani degli artisti e degli scalpellini a quelle dei chimici macromolecolare.** Firenze: Alinea Editrice, 1997. ISBN 88-8125-155-8 (cap. 5 – Soluzioni e solventi).

**AN INTRODUCTION TO MATERIALS.** Science for Conservators, Book 1. Helen Wilks (series ed.). London: The Conservation Unit. Museums & Galleries Commission. (Conservation Science Teaching Series), 1984. 128 pags.. ISBN 0-948630-04-

BELLUCCI, Roberto; CREMONESI, Paolo – L'uso dei tensioattivi nella conservazione e nel restauro dei dipinti. **Kermes**, anno VIII, n. 24 (1995), 55-74. Dossier.

BLANK, Sharon -- An introduction to plastics and rubbers in collections. **Studies in Conservation**, vol. 35, 1990, 53-63.

BONOMI, Roberto; GARABELLI, Giorgio – Enzimi e resine scambiatrici: casi applicative. In **Biotechnology and the Preservation of Cultural Artifacts**, Sept 10-11, 1998, Torino. [s.l.]: Fondazione per le Biotechnologie, [1999?] 90-114.

BREThERICK L. (ed.), **Hazards in the Laboratory**, 4<sup>th</sup> ed. London: The Royal Society of Chemistry, 1986.

CAMPOS, Luís S.; MOURATO, Miguel – **Nomenclatura de Compostos Orgânicos.** Lisboa: Escolar Editora, 1999 (IPT 22569, QUI 52)

**CLEANING.** Science for Conservators, Book 2. Helen Wilks (series ed.). London: The Conservation Unit. Museums & Galleries Commission. (Conservation Science Teaching Series), 1984. 128 pags.. ISBN 0-948630-04-3

COLADONATO, M. -- **Il rischio chimico nel cantiere e nel laboratorio di restauro.** Italia: Istituto Centrale per il Restauro, 2005. 29 pags.

CORREIA, C.; NUNES, A. – **Química 11º ano.** Porto: Porto Editora, 1995, pags 146-184 (*Cap. 3: O que é a Química Orgânica?*).

CRIGHTON, J.S.; -- Degradation of Polymeric Material. in **Modern Organic Materials**, Preprints of the Meeting. Edinburg: SSCR, 1990. pags 11-19.

DANIELS, Vincent -- Starch adhesives. **Starch and other carbohydrate adhesives for use in textile conservation.** London: UK Institute for Conservation, Textile section, 1995, 11-13

De WITTE, Eddy -- Fine Arts. in **Encyclopedia of Polymer Science and Engineering**, vol 7. England: John Wiley & Sons, 1986, 127-153.

FELLER, Robert L.; STOLOW, Nathan; JONES, Elizabeth H. – **On Pictures Varnishes and their Solvents.** Washington: National Gallery of Art, 1985, 259 pags.

GETTENS, R. J.; STOUT, G. L. – **Painting Materials, A Short Encyclopedia,** New York: Dover Publications Inc., 1966. A5. 333 pgs. ISBN 0-486-21597-0.

HORIE, C.V. – **Materials for Conservation.** London: Butterworths, 1987. 280 pgs.

IUPAC – **Guia IUPAC para a Nomenclatura de Compostos Orgânicos**. Tradução Portuguesa nas Variantes Europeia e Brasileira de “A Guide to IUPAC Nomenclature of Organic Compounds Recommendations 1993” por FERNANDES, Ana, C.; BERNARDO, Herold; MAIA, Hernâni; RAUTER, Amélia Pilar; RODRIGUES, José A. Rosário. Lisboa [etc.]: Lidel, 2002. ISBN 972-757-150-6. 190 pags.

KHANDEKAR, Narayan – A survey of the conservation literature relating to the development of aqueous gel cleaning on painted and varnished surfaces. **Reviews in Conservation**. 1 (2000), 10-20

MASSCHELEIN-KLEINER, L. -- **Les Solvants**. Bruxelles: IRPA, 1981. 131 pgs

MASSCHELEIN-KLEINER, L.-- **Ancient Binding Media, Varnishes and Adhesives**. Roma: ICCROM, 1995

McNEILL, Ian C. -- Fundamental aspects of polymer degradation. *in* ALLEN, N.S.; EDGE, M.; HORIE, C.V. (eds.) – **Polymers in Conservation**. Cambridge: Royal Society of Chemistry, 1992.

OTTEWILL, R. H. – Surfactants: introduction. In Th. F. Tadros (ed.) - **Surfactants**. Proceedings of a meeting held in Bristol, England in July 1983. London [etc.]: Academic Press, 1984 (Cap. 1 - pags 1-17).  
Cap. 1 - Introduction (por R.H. Ottewill)

PHENIX, Alan; SUTHERLAND, Ken – The cleaning of paintings: effects of organic solvents on oil paint films. **Reviews in Conservation**. 2 (2001), 47-60.

ROSE, C.L.; Von ENDT, D.W. (eds.) – **Protein Chemistry for Conservators**. Washington: AIC – American Institute for Conservation of Historic and Artistic Works, 1984. 122 pags.

SHIBAYAMA, Nobuko; EASTOP, Dinah -- Removal of flour paste residues from a painted banner with alpha-amilase. **The Conservator**, n. 20, 1996, 53-63.

SOLOMONS, T.W. Graham – **Fundamentals of Organic Chemistry**, 2ª ed. N. York: J. Wiley, 1985. pag. 92 (paragrafo 3.3 -IUPAC Nomenclature of Alkanes, Alkyl Halides and Alcohols).

SOUTHALL, Anna - Detergents soaps surfactants. In HACKNEY, Stephen; TOWNSEND, Joyce; EASTAUGH, Nick (Eds.) -- **Dirt and Pictures Separated**. Papers given at a conference held jointly by UKIC and the Tate Gallery, Jan 1990. London: UKIC, 1990. Pags 29-34.

STOMBOLOV, T. – Notes on the removal of iron stains form calcareous stone. **Studies in Conservation**, 13 (1968), 45-47.

TADROS, Th.F. (ed) – **Surfactants**. London [etc.]: Academic Press, 1984

TÍMAR-BALÁZSY, Ágnes – Wet cleaning of historical textiles: surfactants and other wash bath additives. **Reviews in Conservation**. 1 (2000), 46-64.

TÍMAR-BALÁZSY, Ágnes; EASTOP, Dinah – **Chemical Principles of Textile Conservation**. Oxford [etc.]: Butterworth (Series in Conservation and Museology), 1998.

cap.8 – Solvents and solubility ; cap.10 – Water; cap.11 – Wet Cleaning; cap.12 – Cleaning by chemical reactions; cap. 18 – Disinfestation and disinfencion

YOUNG, William Tandy -- A Working Guide to Glues. **Fine Woodworking**, Jan/Fev 1999, 60-67.