

**Curso de Conservação e Restauro****QUÍMICA 2****1.º Ano****Ano Lectivo:** 2007/2008**Docente:** João Luís Antunes, Professor Adjunto**Regime:** 2º Semestre**Carga Horária:** 30 T + 30 TP + 2 OT**ECTS:** 4,5**Método de avaliação**

Componente teórica.

Exame final escrito.

ou

Duas frequências que dispensam do exame quando ambas tenham avaliação superior ou igual a 10,0 valores. Neste caso a nota da componente teórica da disciplina é a média das frequências.

Componente prática

Resumo e discussão de um artigo que trate de tema que conste no conteúdo programático da disciplina. (vale 25% da prática)

Monografia de cerca de 15 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 da monografia (vale 75% da prática).

Estes trabalhos são realizados em grupos com o número máximo de três alunos.

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 C&R, 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 C&R, estudando-se os mecanismos envolvidos nos diversos processos.

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

- Conhecer a nomenclatura dos compostos orgânicos usados em Conservação e Restauro;
- 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 C&R com a sua estrutura;
- Compreender, comparando, o mecanismo de acção dos diversos tipos de agentes de limpeza e conhecer os factores que influenciam a sua eficácia;

- Avaliar o tipo de interação 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;
- 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.

### **Resumo do programa**

#### **Introdução ao estudo da Química Orgânica**

*Aplicações da Química Orgânica em Património e Restauro*

*Revisão de conceitos*

*Princípios de Química Orgânica*

*Ligações secundárias*

#### **Compostos orgânicos**

*Hidrocarbonetos alifáticos*

*Hidrocarbonetos aromáticos*

*Alcoóis*

*Éteres*

*Cetonas*

*Aldeídos*

*Ácidos carboxílicos*

*Ésteres*

*Aminas*

*Amidas*

*Derivados halogenados dos hidrocarbonetos*

#### **A limpeza em conservação e restauro**

*Questões associadas à limpeza: porquê, quando, como, ...?*

*Técnicas de limpeza*

*Sistemas aquosos de limpeza.*

*Limpeza com solventes orgânicos*

*Sistemas de limpeza mistos*

## **Programa**

### **Introdução ao estudo da Química Orgânica**

#### **Aplicações da Química Orgânica em Património e Restauro**

*Materiais de origem natural e sintéticos.*

*Materiais de produção artística.*

*Materiais de uso em restauro.*

#### **Revisão de conceitos**

*Tabela periódica. Electronegatividade.*

*Distribuição electrónica*

*Notação de Lewis.*

*Ligação química*

*Ligação covalente, iónica e metálica.*

#### **Princípios de Química Orgânica**

*Ligação covalente*

*Ligações simples, duplas e triplas*

*Concatenação do carbono. Cadeias ramificadas*

*Escrita de fórmulas estruturais de compostos orgânicos*

*Fórmulas estruturais de traços (Kekulé)*

*Fórmulas de traços reduzidas e condensadas*

*Orbitais atómicas e moleculares*

*Orbitais de fronteira: HOMO e LUMO*

*Estado fundamental e excitado*

*Ligações duplas conjugadas*

*Importância da conjugação na energia das orbitais de fronteira e na cor dos compostos orgânicos*

*Isomerias.*

*Isomeria de constituição*

*Isomeria de posição*

*Isomeria funcional*

*Estereoisomeria*

*Diastereoisómeros*

*Isomeria cis-trans*

*Enantiómeros*

*Isomeria óptica*

*Polaridade da ligação covalente*

*Ligação covalente polar e apolar*

*Dipolos. Momento dipolar*

*Efeito da electronegatividade dos elementos no momento dipolar.*

*Efeito da geometria molecular no momento dipolar.*

#### **Ligações secundárias**

*Forças de Van der Waals.*

*Dipolos permanentes, instantâneos e induzidos.*

*Forças dipolo-dipolo. Influência do momento dipolar.*

*M*

Forças de dispersão ou London.  
Polarizabilidade. Influência do tamanho da molécula  
Pontes de Hidrogénio.  
Efeito das ligações secundárias nas propriedades dos compostos  
Pontos de fusão e ebulição. Volatilidade  
Hidro e lipofilicidade  
Parâmetros de solubilidade  
O parâmetro de solubilidade de Hildebrand  
Outros parâmetros de solubilidade  
Parâmetros de solubilidade fraccionais de Teas.  
Triângulo de solubilidades (Gráfico de Teas).  
Aplicação e limitações do triângulo de solubilidades.

### **Compostos orgânicos**

#### **Hidrocarbonetos alifáticos**

##### **Hidrocarbonetos saturados**

Nomenclatura.  
Grupos alquila.  
Cicloalcanos.  
Variação dos Pontos de Fusão e Ebulição com o nº de carbonos na cadeia.  
Propriedades mais importantes do ponto de vista da arte e restauro.  
Diluentes. Os espíritos. Éteres e essências de petróleo.  
Os White Spirit. Vantagens e inconvenientes  
Posição no triângulo de solubilidades.

##### **Hidrocarbonetos alifáticos insaturados**

Nomenclatura.  
Cicloalquenos.  
Especial importância do grupo vinilo.  
Importância da presença de duplas ligações num composto.  
Propriedades mais importantes do ponto de vista da arte e restauro.  
Posição no triângulo de solubilidades.

#### **Hidrocarbonetos aromáticos**

Benzeno. Estruturas de ressonância. Grupo fenilo.  
Nomenclatura.  
Derivados do Benzeno. Tolueno. Xileno.  
Propriedades mais importantes do ponto de vista da arte e restauro.  
Posição no triângulo de solubilidades.  
A polaridade comparada dos hidrocarbonetos entre si.

### COMPOSTOS COM OXIGÉNIO

#### **Alcoóis**

Nomenclatura. Alcoóis primários, secundários e terciários. Alcoóis aromáticos.  
Importância das Pontes de Hidrogénio nas suas propriedades. Variação desta importância com o nº de carbonos da cadeia.  
Variação dos Pontos de Fusão e Ebulição com o nº de carbonos na cadeia.

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

Posição no triângulo de solubilidades.

Presença da função álcool em compostos polifuncionais.

Polialcoois

O caso particular do glicerol (glicerina).

Éteres

Nomenclatura.

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

Posição no triângulo de solubilidades.

Cetonas

Nomenclatura.

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

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

Aldeídos

Nomenclatura.

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

Ácidos carboxílicos

Nomenclatura.

Nomes tradicionais.

Comparação com os ácidos inorgânicos.

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

Posição no triângulo de solubilidades.

Saponificação de um ácido orgânico. Sabões.

Os ácidos orgânicos como constituintes principais das gorduras e óleos.

Ácidos livres e ácidos esterificados.

Ésteres

Ligação éster.

Nomenclatura.

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

Posição no triângulo de solubilidades.

Hidrólise de um éster. Hidrólise básica.

Saponificação de um éster.

As gorduras, óleos e ceras como exemplo de esteres de origem biológica.

#### COMPOSTOS COM AZOTO

Aminas

Nomenclatura. Aminas primárias, secundárias e terciárias. Aminas cíclicas.

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

Amidas

Nomenclatura.

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

Posição no triângulo de solubilidades.

#### COMPOSTOS COM CLORO

Derivados halogenados dos hidrocarbonetos

Nomenclatura.

Nomes tradicionais e comerciais.

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

Posição no triângulo de solubilidades.

### **A limpeza em conservação e restauro**

Questões associadas à limpeza: porquê, quando, como, ...?

Técnicas de limpeza

Mecânicas

Por solventes

Sistemas aquosos

Sistemas orgânicos

Por ataque químico

Métodos de aplicação dos agentes de limpeza

Imersão

Compressas

Geis

Métodos de vapor

Sistemas aquosos de limpeza.

A água

Água corrente, destilada e desionizada.

Propriedades da água.

Detergentes

Agentes tensoactivos (surfactantes)

Classes de detergentes

Sabões

Mecanismo da detergência

Propriedades das soluções de agentes tensoactivos

Formação de micelas. Concentração Crítica Micelar (c.m.c.)

Solubilidade dos tensoactivos. Ponto de Krafft.

Limpeza por ataque químico

Ácidos, bases e sais.

Soluções tampão. Importância da tamponização.

Quelantes

Compostos de coordenação. Quelatos

Agentes quelantes mais usados em restauro

Importância do controlo do pH na eficácia dos quelantes

Oxidantes e redutores

Hipoclorito de sódio

Equilíbrio redox do hipoclorito

Branqueamento com hipoclorito de sódio

Outros agentes redox usados em restauro

Enzimas

### *Classificação das enzimas*

#### *Enzimas importantes para a conservação*

*Lipases*

*Amilases*

*Proteases*

#### *Mecanismo de acção*

*Efeito da concentração, temperatura e pH na velocidade das reacções enzimáticas*

### *Biocidas*

#### *Classes de biocidas*

#### *Uso em Conservação e restauro*

### *Limpeza com solventes orgânicos*

*Factores a ter em conta na escolha de um solvente.*

*Graus de pureza de um solvente.*

*O perigo dos solventes orgânicos*

*Toxicidade. Parâmetros de toxicidade. Classes de toxicidade.*

*Flamabilidade. Flash point.*

*Classes de solventes de Liliane Masschelein-Kleiner*

*Mecanismo de acção de uma gota de solvente sobre uma superfície*

*Capacidade de penetração. Classes de capacidade de penetração.*

*Volatilidade-retenção. Classes de volatilidade-retenção.*

*Classificação dos solventes combinando penetração e retenção.*

*Interacções específicas.*

*Solventes mais importantes utilizados em restauro organizados por grupo funcional. Suas propriedades, nomes tradicionais e comerciais, e utilização.*

### *Sistemas de limpeza mistos*

*Soluções*

*Dispersões*

*Preparação de misturas de limpeza*

## Bibliografia

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: Alínea 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.

BERGER, Gustav A. – **Conservation of Paintings**. London: Archetype Publications, 2000. ISBN 1 873132 37 9. (cap V – Deacidification of canvas paintings as practiced in our studio)

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.

BREITHERICK 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)

CARLILE, Leslie, TOWNSEND, Joyce H., HACKNEY, Stephen – Triammonium Citrate: an investigation into its application for surface cleaning. In HACKNEY, Stephen; TOWNSEND, Joyce; EASTAUGH, Nick (Eds.) – **Dirty Pictures Separated**. Papers given at a conference held jointly by UKIC and the Tate Gallery, Jan 1990. London: UKIC, 1990.

CECERE, Francesca – **Scelta e selezione dei solventi per la pulitura di superfici pittoriche, test alternative al "test di feller" nei BB.CC.**.. Esame di laboratorio di chimica del restauro. Università Degli Studi Di Roma "La Sapienza", 2004, 12 pags. [http://w3.uniroma1.it/chemo/ftp/test\\_di\\_solubilita\\_final1.pdf](http://w3.uniroma1.it/chemo/ftp/test_di_solubilita_final1.pdf), acedido em 21/3/2007.

**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.

COLADONATO, Maurizio; SANTAMARIA, Ulderico; TALARICO, Fabio – Note sull'uso dell'acqua ossigenata e di sue miscele nel restauro della pietra. In **Materiali e Strutture: Problemi di Conservazione**, ano V, n° 2 (1995), 41-58

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

COSTA PESSOA, João; FARINHA ANTUNES, João L.; FIGUEIREDO, M.O.; AMARAL FORTES, M. – Removal and analysis of soluble salt from ancient tiles. **Studies in Conservation**, 41 (1996), 153-160.

CREMONESI, Paolo – **Materiali e Metodi per la Pulitura di Opere Policrome**. Bolonha: Phase, 1997, 142 pgs.

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.

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

MATTEINI, Mauro – Revisione critica dei metodi di pulitura delle pitture murali e dei manufatti lapidei: meccanismi d'azione e limite dei materiali oggi utilizzati. In **Biotechnology and the Preservation of Cultural Artifacts**, Sept 10-11, 1998, Torino. [s.l.]: Fondazione per le Biotechnologie, [1999?], 42-52.

MATTEINI, Mauro; MOLES, Arcangelo – **La Chimica nel Restauro**. Roma: Nardini Ed., 1989. 379 pgs.

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).

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

SHIBAYAMA, Nobuko; EASTOP, Dinah – Removal of flour paste residues from a painted banner with alpha-amylase. **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.) – **Dirty 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  
Cap. 1 - Introduction (por R.H. Ottewill)

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

cap. 8 – Solvents and solubility ; cap. 9 – Solvent cleaning of historical textiles;  
cap. 10 – Water; cap. 11 – Wet Cleaning; cap. 12 – Cleaning by chemical reactions;  
cap. 18 – Disinfestation and disinfection

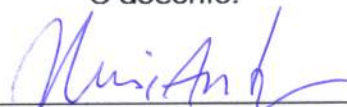
TÍMÁR-BALÁZSY, Ágnes – Wet cleaning of historical textiles: surfactants and other wash bath additives. **Reviews in Conservation**. 1 (2000), 46-64.

TORRACA, Giorgio – **Solubility and Solvents for Conservation Problems**. Roma: ICCROM, 1990, 64 pags.

WOLBERS, Richard – **Cleaning Painted Surfaces: Aqueous Methods**. London: Archetype Publications, 2000, 197 pags. ISBN 1 873132 36 0

ZANARDI, Bruno – Una nuova técnica di pulitura di sculture policrome: Il portale nord di Benedetto Antelami nel Battistero di Parma. In **Primo Incontro Técnico Nazionale tra Restauratori**, Pisa: Associazione Restauratori d' Italia 1992.

O docente:

  
João Luís Antunes  
(Professor Adjunto)