



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

**CURSO DE CONSERVAÇÃO E RESTAURO**

**QUÍMICA 2**

(1º ano, 2º 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

**Objectivos**

Esta disciplina aborda as reacções químicas: Equilíbrio Químico, Ácido-Base, Redox e Compostos de Coordenação, tratando principalmente os sistemas aquosos.

Pretende-se que, no final da disciplina, os alunos sejam capazes de

- Escrever e compreender o sentido de equações químicas simples nos temas da Química Geral;
- Conhecer e compreender os mecanismos gerais da reactividade e do equilíbrio químico em sistemas aquosos e a sua aplicação a casos concretos da Conservação e Restauro;
- Conhecer e compreender as noções de ácido e base e os fundamentos do equilíbrio ácido-base;
- Conhecer e compreender as noções de oxidante e redutor e os fundamentos do equilíbrio redox;
- Conhecer e compreender as noções de composto de coordenação e os fundamentos do equilíbrio de coordenação.
- Identificar as situações concretas do Património e da Conservação e Restauro onde estes equilíbrios intervêm e compreender os mecanismos presentes.
- 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.



### **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

Relatórios dos trabalhos experimentais realizados no laboratório e avaliação do desempenho em laboratório.

Os estudantes-trabalhadores combinarão com o docente responsável, logo na primeira aula prática, a melhor forma de poderem coadunar os seus horários com os dos trabalhos práticos, cuja realização é obrigatória.

São APROVADOS os alunos que tenham avaliação superior a 10,0 valores em cada uma das componentes teórica e prática.

Uma classificação inferior a 10,0 valores na componente prática "exclui" os alunos do exame teórico final.

A nota final da disciplina é a média ponderada das componentes teórica e prática, valendo a componente teórica 70%.

## Resumo do programa

### 1 Introdução à disciplina

- 1.1 *Objectivos*
- 1.2 *Programa*
- 1.3 *Método de avaliação*
- 1.4 *Estatísticas das avaliações anteriores*

### 2 Equilíbrio químico e velocidade das reacções

- 2.1 *Velocidade das reacções químicas*
- 2.2 *Equilíbrio químico*

### 3 Sais

- 3.1 *Importância dos sais em arte e restauro.*
- 3.2 *Degradação dos materiais porosos por acção sais.*
- 3.3 *Solubilidade dos sais*

### 4 Ácidos e bases

- 4.1 *Conceitos de ácido e base*
- 4.2 *Ácidos e bases mais comuns no Património e no Restauro.*
- 4.3 *Escala de pH.*
- 4.4 *Neutralização.*
- 4.5 *Ionização/dissociação dos ácidos e bases*
- 4.6 *Força dos ácidos e das bases:*
- 4.7 *Ácidos e bases polifuncionais.*
- 4.8 *Tampões de ácido-base.*
- 4.9 *Equilíbrio do Carbonato.*

### 5 Compostos de coordenação

- 5.1 *Definições*
- 5.2 *Ligandos mono e polidentados.*
- 5.3 *O uso de compostos de coordenação em restauro.*

### 6 Oxidação-redução (redox)

- 6.1 *Noção de oxidação, redução, redutor e oxidante.*
- 6.2 *Números de oxidação comuns de alguns elementos.*
- 6.3 *Série electroquímica.*
- 6.4 *Elemento de pilha.*
- 6.5 *A ocorrência de mecanismos de oxidação e redução em Património e Restauro.*

### 7 Conclusão



## Programa

### 1 Introdução à disciplina

- 1.1 Objectivos
- 1.2 Programa
- 1.3 Método de avaliação
- 1.4 Estatísticas das avaliações anteriores

### 2 Equilíbrio químico e velocidade das reacções

#### 2.1 Velocidade das reacções químicas

- 2.1.1 Diagramas de energia potencial para as reacções químicas.
- 2.1.2 Energia de activação
- 2.1.3 Factores que influenciam a velocidade das reacções
  - 2.1.3.1 Catalizadores

#### 2.2 Equilíbrio químico

- 2.2.1 Noção de equilíbrio químico
- 2.2.2 Constante de equilíbrio. Significado.
- 2.2.3 Princípio de *Le Chatelier*.

### 3 Sais

#### 3.1 Importância dos sais em arte e restauro.

- 3.1.1 Sais mais comuns.
- 3.1.2 Sais poli-hidratados
- 3.1.3 Proveniência dos sais.

#### 3.2 Degradação dos materiais porosos por acção sais.

- 3.2.1 Movimento dos sais no interior dos materiais porosos.
- 3.2.2 Dessalinização de objectos.

#### 3.3 Solubilidade dos sais

- 3.3.1 Sais solúveis e insolúveis. Presença no Patrim
- 3.3.2 Solubilidade.
- 3.3.3 Produto de solubilidade.
- 3.3.4 Identificação de cloretos, sulfatos e carbonato

### 4 Ácidos e bases

#### 4.1 Conceitos de ácido e base

- 4.1.1 Definição de Arrhenius
- 4.1.2 Definição de Brønsted.
- 4.1.3 Definição de Lewis

#### 4.2 Ácidos e bases mais comuns no Património e no Restauro.

- 4.2.1 Ácidos inorgânicos.
- 4.2.2 Ácidos orgânicos
- 4.2.3 Nomenclatura dos ácidos inorgânicos e dos sais relacionados (eto, ito, ato)

#### 4.3 Escala de pH.

- 4.3.1 Noção de pH
- 4.3.2 Medida de pH. Indicadores.

Aula 5

#### 4.4 Neutralização.

- 4.4.1 Noção de neutralização.
- 4.4.2 Titulação ácido-base.
  - 4.4.2.1 Procedimento de uma titulação.
  - 4.4.2.2 Evolução do pH ao longo de uma titulação.
  - 4.4.2.3 Comportamento do indicador na titulação.
  - 4.4.2.4 Ponto de equivalência e ponto final.
  - 4.4.2.5 Cálculo do título.

Aula 6

#### 4.5 Ionização/dissociação dos ácidos e bases

- 4.5.1 Pares conjugados ácido-base.
- 4.5.2 Ionização/dissociação de um ácido em solução aquosa
- 4.5.3 Ionização/dissociação de uma base em solução aquosa
- 4.5.4 Auto-ionização da água.

#### 4.6 Força dos ácidos e das bases:

- 4.6.1 Constante de acidez.  $K_a$  e  $pK_a$ .  $K_w$  e  $pK_w$
- 4.6.2 Ácidos fortes e ácidos fracos.
- 4.6.3 Bases fortes e bases fracas.

1ª frequência

Aula 7

#### 4.7 Ácidos e bases polifuncionais.

- 4.7.1 Constantes de acidez parciais.
- 4.7.2 Espécies anfotéricas.
- 4.7.3 Diagramas de especiação em função do pH.

#### 4.8 Tampões de ácido-base.

- 4.8.1 Noção de solução tampão ácido-base.
- 4.8.2 Preparação de uma solução tampão.

Aula 8

#### 4.9 Equilíbrio do Carbonato.

- 4.9.1 Evolução do Carbonato com o pH do meio. Hidrogenocarbonato (Bicarbonato).
- 4.9.2 Diagrama de especiação.
- 4.9.3 Dissolução e reprecipitação do calcário por variação do pH do meio.
- 4.9.4 Meteorização das rochas carbonatadas por acção do  $CO_2$ ,  $SO_2$  (chuvas ácidas) e nitratos.

### 5 Compostos de coordenação

Aula 9

#### 5.1 Definições

- 5.1.1 Noção de composto de coordenação.
- 5.1.2 Ião central.
- 5.1.3 Ligandos.
- 5.1.4 N° de coordenação.

#### 5.2 Ligandos mono e polidentados.

- 5.2.1 Quelatos.
- 5.2.2 Agentes sequestrantes.

#### 5.3 O uso de compostos de coordenação em restauro.

- 5.3.1 Ácido oxálico, ácido cítrico e EDTA
- 5.3.2 Amoníaco e aminas. BTA – Benzotriazole.
- 5.3.3 O equilíbrio ácido-base dos ligandos.
  - 5.3.3.1 Importância do pH na eficácia complexante dos ligandos.
- 5.3.4 Influência do tipo de ião metálico na capacidade complexante dos ligandos.

## 6 Oxidação-redução (redox)

6.1 Noção de oxidação, redução, redutor e oxidante.

6.2 Números de oxidação comuns de alguns elementos.

6.3 Série electroquímica.

6.3.1 Potencial de redução.

6.3.2 Noção de semi-reacção

6.3.3 Espontaneidade de uma reacção redox.

6.4 Elemento de pilha.

6.4.1 Cátodo e ânodo.

6.4.2 Elemento de pilha bimetálico.

6.4.3 Elemento de pilha de concentração.

6.5 A ocorrência de mecanismos de oxidação e redução em Património e Restauro.

6.5.1 Deterioração dos materiais

6.5.1.1 Corrosão do ferro e ligas de ferro

6.5.1.2 Corrosão do cobre e ligas de cobre

6.5.1.3 Oxidação dos materiais orgânicos

6.5.2 Limpeza

6.5.2.1 Com hipoclorito de sódio

6.5.2.1.1 Equilíbrio redox do hipoclorito

6.5.2.2 Com água oxigenada

6.5.2.2.1 Equilíbrio redox da água oxigenada

6.5.2.3 Outros agentes redox usados em restauro

6.5.3 Redução electrolítica e redução electroquímica.

## 7 Conclusão

Aula 10

Aula 11

Aula 12

12 aulas  
1 freq.



## Bibliografia

- ATKINS, P.W.; BERAN, J.A. -- **General Chemistry**. New York: Scientific American Books, 1992
- CORREIA, C.; NUNES, A. -- **Química 11º ano**. Porto: Porto Editora, 1995
- STOKER, H. Stephen -- **Introduction to Chemical Principles**. New Jersey: Prentice Hall, 1999 (Cap 16 – Reaction rates and Chemical Equilibrium) (*estanteQui52 do IPT*)
- TIMAR-BALASZY, Agnés; EASTOP, Dinah -- **Chemical Principles of Textile Conservation**. Oxford [etc.]: Butterworth, 1998.

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)

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.) -- **Dirt and Pictures Separated**. Papers given at a conference held jointly by UKIC and the Tate Gallery, Jan 1990. London: UKIC, 1990.

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, nº 2 (1995), 41-58

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.

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.

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