

**INSTITUTO POLITÉCNICO DE TOMAR**  
**Escola Superior de Tecnologia de Tomar**

**LICENCIATURA em CONSERVAÇÃO e RESTAURO**

**QUÍMICA 2**

(1º ano, 2º semestre)

2011-2012

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	
2 horas práticas por semana e por turma	30 T; 30 PL, 2 OT
4,5 ECTS	<b>Carga horária total: 121,5 h</b>

**Objetivos**

Esta disciplina aborda as reações 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

- i. Escrever e compreender o sentido de equações químicas simples nos temas da Química Geral;
- ii. 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;
- iii. Conhecer e compreender as noções de ácido e base e os fundamentos do equilíbrio ácido-base;
- iv. Conhecer e compreender as noções de oxidante e redutor e os fundamentos do equilíbrio redox;
- v. Conhecer e compreender as noções de composto de coordenação e os fundamentos do equilíbrio de coordenação.
- vi. Identificar as situações concretas do Património e da Conservação e Restauro onde estes equilíbrios intervêm e compreender os mecanismos presentes.
- vii. 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 reações

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

### 3 Ácidos e bases

- 3.1 *Conceitos de ácido e base*
- 3.2 *Ácidos e bases mais comuns no Património e no Restauro.*
- 3.3 *Escala de pH.*
- 3.4 *Neutralização.*
- 3.5 *Ionização/dissociação dos ácidos e bases*
- 3.6 *Força dos ácidos e das bases:*
- 3.7 *Ácidos e bases polifuncionais.*
- 3.8 *Tampões de ácido-base.*
- 3.9 *Equilíbrio do Carbonato.*

### 4 Sais

- 4.1 *Importância dos sais em arte e restauro.*
- 4.2 *Degradação dos materiais porosos por ação dos sais.*
- 4.3 *Solubilidade dos sais*

### 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.*

# Programa



Aula 0

## 1 Introdução à disciplina

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

1 aula

Aula 1

## 2 Equilíbrio químico e velocidade das reações

### 2.1 Velocidade das reações químicas

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

5 aulas

## 3 Ácidos e bases

### 3.1 Conceitos de ácido e base

- 3.1.1 Definição de Arrhenius
- 3.1.2 Definição de Brønsted.
- 3.1.3 Definição de Lewis

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

- 3.2.1 Ácidos inorgânicos.
- 3.2.2 Ácidos orgânicos
- 3.2.3 Nomenclatura dos ácidos inorgânicos e dos sais relacionados (eto, ito, ato)

### 3.3 Escala de pH.

- 3.3.1 Noção de pH
- 3.3.2 Medida de pH. Indicadores.

### 3.4 Neutralização.

- 3.4.1 Noção de neutralização.
- 3.4.2 Titulação ácido-base.
  - 3.4.2.1 Procedimento de uma titulação.
  - 3.4.2.2 Evolução do pH ao longo de uma titulação.
  - 3.4.2.3 Comportamento do indicador na titulação.
  - 3.4.2.4 Ponto de equivalência e ponto final.
  - 3.4.2.5 Cálculo do título.

### 3.5 Ionização/dissociação dos ácidos e bases

- 3.5.1 Pares conjugados ácido-base.
- 3.5.2 Ionização/dissociação de um ácido em solução aquosa
- 3.5.3 Ionização/dissociação de uma base em solução aquosa
- 3.5.4 Auto-ionização da água.

### 3.6 Força dos ácidos e das bases:

- 3.6.1 Constante de acidez.  $K_a$  e  $pK_a$ .  $K_w$  e  $pK_w$
- 3.6.2 Ácidos fortes e ácidos fracos.
- 3.6.3 Bases fortes e bases fracas.

1ª frequência

Aula 4

Aula 5

### 3.7 Ácidos e bases polifuncionais.

- 3.7.1 Constantes de acidez parciais.
- 3.7.2 Espécies anfotéricas.
- 3.7.3 Diagramas de especiação em função do pH.

### 3.8 Tampões de ácido-base.

- 3.8.1 Noção de solução tampão ácido-base.
- 3.8.2 Preparação de uma solução tampão.

### 3.9 Equilíbrio do Carbonato.

- 3.9.1 Evolução do Carbonato com o pH do meio. Hidrogenocarbonato (Bicarbonato).
- 3.9.2 Diagrama de especiação.
- 3.9.3 Dissolução e reprecipitação do calcário por variação do pH do meio.
- 3.9.4 Meteorização das rochas carbonatadas por ação do CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub> (chuvas ácidas) e nitratos.

Aula 6

1 aula

## 4 Sais

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

- 4.1.1 Sais mais comuns.
- 4.1.2 Sais poli-hidratados
- 4.1.3 Proveniência dos sais.

### 4.2 Degradação dos materiais porosos por ação dos sais.

- 4.2.1 Movimento dos sais no interior dos materiais porosos.
- 4.2.2 Dessalinização de objetos.

### 4.3 Solubilidade dos sais

- 4.3.1 Sais solúveis e insolúveis. Presença no Património.
- 4.3.2 Solubilidade. Produto de solubilidade.
- 4.3.3 Higroscopia. Deliquescência.
- 4.3.4 Identificação de cloretos, sulfatos e carbonatos por diferenças de solubilidade.

Aula 7

1 aula

## 5 Compostos de coordenação

### 5.1 Definições

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

Aula 8

3 aulas

## 6 Oxidação-redução (redox)

Aula 9

- 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 semirreação
  - 6.3.3 Espontaneidade de uma reação redox.

Aula 10

- 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.

Aula 11

- 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.

11 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, Agnès; 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.

CHAROLA, A. Elena - Salts in the deterioration of porous materials: an overview. **JAIC** 39 (2000), 327-343.

COLADONATO, Maurizio; SANTAMARIA, Ulderico; TALARICO, Fabio - Note sull'uso dell'aqua 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.

LIVINGSTONE, Richard A. - Architectural conservation and applied mineralogy. **Canadian Mineralogist** 29 (1986), 307-322

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.

RODRIGUEZ-NAVARRO, Carlos ; DOEHNE, Eric ; SEBASTIAN, Eduardo - How does sodium sulfate crystallize? Implications for the decay and testing of building materials. **Cement and Concrete Research** 30 (2000) 1527-1534.

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