



M. Silveira

INSTITUTO POLITÉCNICO DE TOMAR  
**Escola Superior de Tecnologia de Tomar**  
Departamento de Engenharia Química e do Ambiente  
Engenharia do Ambiente e Biológica

**PROGRAMA DA DISCIPLINA DE ANÁLISE QUÍMICA**

**2º Ano/ 2º Semestre**  
**Ano Lectivo: 2007/2008**

**Regime: Semestral**  
**Carga Horária: T:22,5; PL:30**  
**ECTS: 4,5**

**Docente responsável: Maria Teresa da Luz Silveira, Professora Adjunta**

---

---

**OBJECTIVOS DA DISCIPLINA**

Com esta disciplina pretende-se:

- estudar os métodos instrumentais de análise que envolvem absorção, emissão e dispersão de energia
- estudar as técnicas separativas que envolvem a extracção por solventes
- aplicar os conhecimentos adquiridos à análise quantitativa

**PROGRAMA**

***CAPITULO I***

**MÉTODOS ÓPTICOS EM QUÍMICA ANALÍTICA  
EMISSÃO, ABSORÇÃO E DISPERSÃO DE ENERGIA RADIANTE**

- 1.1-Classificação dos métodos ópticos de absorção.
  - 1.1.1-Espectrofotometria de absorção.
    - 1.1.1.1-Absorção nas várias regiões espectrais.
    - 1.1.1.2-Mecanismos de absorção nos átomos e moléculas.
- 1.2-Características de energia radiante
  - 1.2.1-Unidades de comprimento de onda.
  - 1.2.2-Energia da radiação electromagnética.
  - 1.2.3-Radiação monocromática.



## *CAPITULO II*

### ABSORÇÃO E DISPERSÃO DA ENERGIA RADIANTE

#### A-Espectrofotometria do visível e ultravioleta

##### 2.1-Absorção da radiação

- 2.1.1-Aspectos gerais
- 2.1.2-Lei de Lambert e Beer
- 2.1.3-Desvios químicos da lei de Beer

##### 2.2-Nomenclatura em espectrofotometria

##### 2.3-Ordem de grandeza das concentrações e outras grandezas.

##### 2.4-Apresentação gráfica dos dados

##### 2.5-Origem dos erros em espectrofotometria

- 2.5.1-Uso da radiação não monocromática.

##### 2.6-Espectrofotómetros

- 2.6.1-Fontes de energia
- 2.6.2-Prismas e redes de difracção. Células de absorção.
- 2.6.3-Detectores e amplificadores
- 2.6.4-Tipos de espectrofotómetros

##### 2.7-Desvios instrumentais à Lei de Beer.

##### 2.8-Precisão em análise espectrofotométrica

- 2.8.1- Aspectos gerais
- 2.8.2- Colorimetria
- 2.8.3- Espectrofotometria
- 2.8.4- Aumento da precisão por espectrofotometria diferencial

##### 2.9-Aplicações de Espectrofotometria do ultravioleta e visível

- 2.9.1- Análise qualitativa. Identificação de espectros electrónicos
- 2.9.2- Análise Quantitativa
  - 2.9.2.1-Condições da solução e selecção do solvente apropriado
  - 2.9.2.2-Seleccção do comprimento de onda ou comprimentos de onda apropriados
  - 2.9.2.3-Métodos de cálculo - curva de calibração e método absoluto
  - 2.9.2.4-Eliminação de interferências - Métodos da Adição de Padrão
  - 2.9.2.5-Determinação espectrofotométricas simultâneas
  - 2.9.2.6-Titulações fotométricas



INSTITUTO POLITÉCNICO DE TOMAR  
**Escola Superior de Tecnologia de Tomar**  
Departamento de Engenharia Química e do Ambiente  
Engenharia do Ambiente e Biológica

B-Dispersão da energia radiante (turbidimetria e nefelometria)

2.10-Introdução

2.11-Dispersão de Rayleigh

### ***CAPITULO III***

#### **FOTOMETRIA DE CHAMA**

3.1-Princípios teóricos

- 3.1.1- Espectro de emissão
- 3.1.2- Mecanismo de dissociação
- 3.1.3- Intensidade das riscas espectrais atómicas

3.2-Sistemas instrumentais

- 3.2.1- Introdução
- 3.2.2- Chama como fonte de emissão
- 3.2.3- Gases usados na produção da chama
- 3.2.4- Gases de combustão
- 3.2.5- Sistemas de atomização
- 3.2.6- Queimador
  - 3.2.6.1- Queimadores não atomizadores
  - 3.2.6.2- Queimadores atomizadores

3.3-Diferentes tipos de fotometria de chama de emissão

- 3.3.1- Fotometria de chama directa
- 3.3.2- Fotometria de chama indirecta
  - a) Fotometria de chama indirecta por diferença
  - b) Fotometria de chama indirecta por substituição
  - c) Fotometria de chama indirecta por efeitos secundários
    - Pelo aparecimento de bandas
    - Por depressão de radiações

3.4-Tipos de interferência

- 3.4.1- Interferência espectral
- 3.4.2- Emissão de fundo
- 3.4.3- "Self-absorção"
- 3.4.4- Ionização
- 3.4.5- Interferências químicas
- 3.4.6- Interferências de matriz

3.5-A fotometria de chama em Química Analítica

- 3.5.1-Exactidão e Precisão em Fotometria de Chama
- 3.5.2-Limite de detecção e sensibilidade das determinações



INSTITUTO POLITÉCNICO DE TOMAR  
**Escola Superior de Tecnologia de Tomar**  
Departamento de Engenharia Química e do Ambiente  
**Engenharia do Ambiente e Biológica**

3.6-Métodos de cálculo

3.6.1-Introdução

3.6.2-Método da Curva de Calibração

3.6.3-Método de Adição de Padrão

3.6.4-Método do Padrão Interno

3.6.4.1-Características de um elemento a usar como padrão interno

***CAPITULO IV***

**ESPECTROSCOPIA DE ABSORÇÃO ATÓMICA**

4.1-Introdução

4.2-Princípios teóricos

4.2.1- Atomização

4.2.2- O mecanismo de absorção

4.2.3- População atómica

4.2.4- Lei de Lambert-Beer

4.2.5- Significado da largura das riscas em absorção atómica

4.3-Aparelhagem

4.3.1- Fontes para absorção atómica

4.3.2- Tipos de chama usados em absorção atómica

4.3.3- Sistemas de atomização

4.3.4- Queimador

4.4-Limitações em absorção atómica

4.4.1- Exactidão

4.4.2- Precisão

4.4.3- Sensibilidade e limite de detecção

4.5-Interferências

4.6-Análise Quantitativa

4.6.1- Método de adição de padrão e do padrão interno

4.6.2- Métodos de separação e pré-concentração da amostra

4.7-Análise qualitativa



INSTITUTO POLITÉCNICO DE TOMAR  
**Escola Superior de Tecnologia de Tomar**  
Departamento de Engenharia Química e do Ambiente  
Engenharia do Ambiente e Biológica

*CAPITULO V*

EXTRACÇÃO POR SOLVENTES

5.1-Extracção de sólidos

5.2-Extracção líquido-líquido

5.2.1- Equilíbrio de partição

5.2.2- Sistemas de extracção

5.2.3- Métodos experimentais

-Extracção simples

-Extracção contínua

-Extracção em contracorrente

-Aplicações da extracção em contracorrente

**PRÁTICAS DE ANÁLISE QUÍMICA**

-Determinação espectrofotométrica do pKa do indicador verde de bromocresol

-Determinação turbidimétrica do teor em sulfatos numa água

-Determinação do sódio e do potássio numa água por Fotometria de Chama de Emissão

-Extracção líquido-líquido - Determinação da razão de distribuição do iodo nos sistemas: tetracloreto de carbono-água e clorofórmio-água



INSTITUTO POLITÉCNICO DE TOMAR  
**Escola Superior de Tecnologia de Tomar**  
Departamento de Engenharia Química e do Ambiente  
Engenharia do Ambiente e Biológica

### MÉTODO DE AVALIAÇÃO

Realização de um teste escrito e/ou exame final sobre a matéria teórica (T). Elaboração de um relatório referente a cada trabalho prático efectuado (P).

A admissão à avaliação correspondente à parte teórica depende da execução experimental de todos os trabalhos práticos e da elaboração dos respectivos relatórios.

A nota final será a média ponderada das duas partes segundo a fórmula:  $0.8T+0.2P$ , tendo como nota mínima em cada conjunto de avaliação 10 valores.

### BIBLIOGRAFIA

- Gonçalves, M.L.S.S., “Métodos Instrumentais para análise de Soluções, Análise Quantitativa”, 3ª Ed., Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa, 1996.
- Skoog, Leary “Principles of Instrumental Analysis”, 4ª ed., Internacional Edition.
- Willard, Merritt, Dean, Sette, “Instrumental Methods of Analysis”, 7ª Ed. International Edition.
- Pecsok, Shields, Cairns, McWilliam, “Modern Methods of Chemical Analysis”, John Willey & Sons.
- Ewing, G.W., “Instrumental Methods of Chemical Analysis”, McGraw-Hill Book Company, 1985.

*Terese de Luz Silva*