



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

**MÉTODOS INSTRUMENTAIS DE ANÁLISE**

**Carga Horária:** 2T + 3P

**Ano lectivo:** 2002/2003

**Ano curricular / semestre:** 2º Ano/2º Semestre

**Docente responsável:** Mestre Maria Teresa da Luz Silveira ( Profª Adjunta )

**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.

**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.



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

***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**

**A-Condições da solução e selecção do solvente apropriado**

**B-Seleccção do comprimento de onda ou comprimentos de onda apropriados**

**C-Métodos de cálculo - curva de calibração e método absoluto**

**D-Eliminação de interferências - Métodos da Adição de Padrão**

**E-Determinação espectrofotométricas simultâneas**

**F-Titulações fotométricas**



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

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



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

- 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
- 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**  
**Curso de Engenharia Química Industrial**

*CAPÍTULO 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 MÉTODOS INSTRUMENTAIS DE ANÁLISE**

- 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

*Manz Teresa de Luz Silva*