



## Plano de Estudos

**Escola:** Escola de Ciências e Tecnologia  
**Grau:** Mestrado  
**Curso:** Análises Químicas Ambientais (cód. 606)

### 1.º Ano - 1.º Semestre

| Código    | Nome  | Área Científica | ECTS | Duração   | Horas |
|-----------|---|-----------------|------|-----------|-------|
| QUI07866M | Amostragem e Processamento de Amostras Ambientais | Química         | 6    | Semestral | 156   |
| MAT10240M | Planeamento Experimental                          | Matemática      | 3    | Semestral | 78    |
| QUI10241M | Química do Solo e Sedimentos                      | Química         | 6    | Semestral | 156   |
| QUI07870M | Química dos Meios Aquáticos                       | Química         | 6    | Semestral | 156   |
| QUI10242M | Toxicologia dos Poluentes mais Relevantes         | Bioquímica      | 3    | Semestral | 78    |
| QUI10107M | Segurança e Gestão de Laboratórios                | Química         | 6    | Semestral | 156   |

### 1.º Ano - 2.º Semestre

| Código    | Nome  | Área Científica  | ECTS | Duração   | Horas |
|-----------|---|------------------|------|-----------|-------|
| QUI07876M | Técnicas Analíticas Avançadas I                         | Química          | 6    | Semestral | 156   |
| QUI10243M | Técnicas Analíticas Avançadas II                        | Química          | 6    | Semestral | 156   |
| QUI10244M | Poluição e Efluentes Gasosos                            | Física e Química | 6    | Semestral | 156   |
| QUI10245M | Qualidade, Normas e Certificação de Laboratórios        | Química          | 3    | Semestral | 78    |
| QUI10246M | Análise, Tratamento e Valorização de Resíduos Sólidos   | Química          | 3    | Semestral | 78    |
| QUI07872M | Análise, Tratamento e Valorização de Efluentes Líquidos | Química          | 6    | Semestral | 156   |

### 2.º Ano - 3.º Semestre

| Código      | Nome                         | Área Científica | ECTS | Duração   | Horas |
|-------------|------------------------------|-----------------|------|-----------|-------|
| QUI10247M   | Metodologias de Investigação | Química         | 3    | Semestral | 78    |
| QUI08171M   | Seminários                   | Química         | 3    | Anual     | 24    |
| Dissertação |                              |                 |      |           |       |

### 2.º Ano - 4.º Semestre

| Código      | Nome | Área Científica | ECTS | Duração | Horas |
|-------------|------|-----------------|------|---------|-------|
| Dissertação |      |                 |      |         |       |



## Condições para obtenção do Grau:

Para aprovação na componente curricular deste Mestrado, é necessário a aprovação (através de avaliação ou creditação), das seguintes unidades curriculares:

1.º Ano

{ \ }newline

1.º Semestre

- 6 UC Obrigatórias num total de 30 ECTS

2.º Semestre

- 6 UC Obrigatórias num total de 30 ECTS

2.º Ano

{ \ }newline

3.º Semestre

- 1 UC Obrigatória num total de 3 ECTS

{ \ }newline

3.º e 4.º Semestre

- 1 UC Obrigatória num total de 3 ECTS { \ }newline

{ \ }newline

Para obtenção do grau, é necessário também a aprovação na Dissertação ou Relatório de Estágio, com um total de 54 ECTS, no 3.º e 4.º Semestre.

## Conteúdos Programáticos

### Voltar

#### **Amostragem e Processamento de Amostras Ambientais (QUI07866M)**

1- Metodologia de amostragem. Pré-tratamento e armazenamento de amostras. Pré-concentração de analitos. Métodos clássicos e recentes de tratamento de amostras orgânicas, inorgânicas e biológicas incluindo isolamento, concentração e fraccionamento de analitos.

2- Técnicas de extracção de compostos orgânicos de diversos tipos de matriz

Matrizes sólidas: métodos clássicos de extracção (lixiviação com solventes orgânicos ou soxhlet). Métodos recentes de extracção: extracção ultra-sónica (UE), assistida por microondas (MASE), de solventes acelerada (ASE), com fluidos supercríticos (SFE).

Matrizes líquidas e/ ou gasosas: extracção líquido-líquido; técnicas de extracção em fase sólida (SPE); técnicas de extracção sorptiva: micro- extracção em fase sólida (SPME) e extracção em barra de agitação (SBSE).

3-Análise e processamento de amostras biológicas.

### Voltar

#### **Planeamento Experimental (MAT10240M)**

1. Método científico e delineamento de experiências.

2. Modelos de análise de variância de efeitos fixos e de efeitos aleatórios (simples, multifactoriais e mistos).

3. Comparações múltiplas.

4. Blocos completos e incompletos. Quadrados latinos.

5. Alternativas não paramétricas.

6. Modelo de regressão linear simples e múltipla (estimação, inferência, predição, adequabilidade e validação de pressupostos).

Diagnóstico

da regressão para observações influentes, outliers, autocorrelação e multicolinearidade. Seleção de modelos.

7. Regressão não linear.



[Voltar](#)

### **Química do Solo e Sedimentos (QUI10241M)**

1. Geoquímica de superfície
  - 1.1 Constituintes do solo e sedimentos
  - 1.2 Processos de Meteorização
2. Composição do solo e dos sedimentos
  - 2.1 Fase sólida
  - 2.2 Fase líquida
  - 2.3 Fase gasosa
  - 2.4 Complexo coloidal dos solos e processos de troca iónica
3. Reacção do solo
  - 3.1 Solos ácidos
  - 3.2 Solos alcalinos
4. Crescimento das plantas e elementos vegetais
5. Poluição do solo
  - 5.1 Adubos
  - 5.2 Pesticidas
  - 5.3 Resíduos orgânicos
  - 5.4 Estudo de casos (eg. Minas abandonadas)
6. Processos de remediação
  - 6.1 Principais processos envolvidos na Fitoremediação:
    - 6.1.1 Fitoestabilização
    - 6.1.2 Fitovolatilização
    - 6.1.3 Fitoextração
    - 6.1.4 Bioremediação de águas (casos de estudo).

[Voltar](#)

### **Química dos Meios Aquáticos (QUI07870M)**

- 01 Introdução: Objectivos e âmbito da Química dos Meios Aquáticos; Água como fonte, preservação e propagação da vida perspectivas histórica e sócio-económica; O ciclo hidrológico; O ciclo hidrológico do ponto de vista antropogénico conceito de desenvolvimento sustentado.
- 02 Propriedades físicas e químicas da água: Consequências ecológicas.
- 03 Termodinâmica da hidratação iónica: controlo cinético de reacções de hidrólise.
- 04 Equilíbrios Químicos em Águas Naturais: Equilíbrios ácido-base (efeitos de hidratação, polifosfatos em água, sistema dióxido de carbono/carbonato); Equilíbrios de solubilidade (precipitação e dissolução, complexação e quelatação especificação química); Equilíbrios redox (oxigénio dissolvido, diagramas pE pH).
- 05 Ciclo e Regulação Natural de Metais Vestigiários em Ambientes Aquáticos: Ciclo global dos metais; Interface sólido líquido; Complexação por substâncias húmicas; Sistemas hidrofóbicos; Regulação de metais pesados em rios, lagos e no oceano.
- 06 Introdução à Bioquímica Microbial Aquática: Transformações microbianas.
- 07 Processos Fotoquímicos nas Águas Naturais.
- 08 Regulação da Composição Química das Águas Naturais: Ciclo biogeoquímico do carbono; Ciclo biogeoquímico do azoto; Ciclo biogeoquímico do enxofre; Interdependência dos ciclos biogeoquímicos.
- 09 Natureza e Tipos de Poluentes dos Meios Aquáticos: Eutrofização.
- 10 Tratamento e Desinfecção de Diferentes Matrizes Aquáticas: Origens e utilizações da água; Quadro legal e institucional na indústria da água; Produção de água para consumo humano; Caracterização qualitativa e quantitativa da água indicadores de qualidade; Reciclagem e reutilização.
- 11 Modelação da Qualidade da Água: Perspectiva histórica (principais sistemas e problemas modelados, classificação dos modelos, o processo de modelação); Modelos de CBO/CQO; Modelos de estratificação; Modelos de Eutrofização; Modelos de estrutura dinâmica; Modelação recorrendo a Sistemas Inteligentes; Perspectivas de desenvolvimento no futuro.



[Voltar](#)

### **Toxicologia dos Poluentes mais Relevantes (QUI10242M)**

1. Origem, distribuição e persistência de poluentes com relevância toxicológica.
2. Toxicidade desses poluentes sobre indivíduos, populações e comunidades.
3. Métodos para avaliar a toxicidade de poluentes.
4. Vias, modalidades de exposição e factores coadjuvantes da toxicidade.
5. Princípios para avaliação de riscos tóxicos. Marcadores de exposição e de toxicidade.
6. Mecanismos biológicos de resposta e de adaptação.
7. Integração dos conhecimentos adquiridos do nível molecular ao global, do indivíduo ao ecossistema.

[Voltar](#)

### **Segurança e Gestão de Laboratórios (QUI10107M)**

Regras de segurança. Equipamento de segurança e higiene laboratorial. Prevenção de acidentes laboratoriais. Planos de emergência e evacuação. Tratamento de lixos laboratoriais. Elaboração de bases de dados e gestão laboratorial. O design laboratorial considerando funcionalidade, segurança e economia. Aquisição de bens e serviços.

[Voltar](#)

### **Técnicas Analíticas Avançadas I (QUI07876M)**

- 1- Revisão das técnicas cromatográficas de HPLC, GC, e CE.
- 2- Acoplamento das diferentes técnicas cromatográficas ao detector de massa. Vantagens do detector de massa quando comparados com outros detectores. Diferentes tipos de detector de massa e de modos de ionização. Diferentes tipos de interfaces e suas aplicações.
- 3- Avanços recentes em HPLC e GC: LC-MS, colunas monolíticas e UHPLC (ultrahigh pressure liquid chromatography); diferentes modos de injeção em GC, GC-MS e GC\*GC-MS. Diferentes modos de CE e suas aplicações.
- 4- Recurso a exemplos da literatura recente para exemplificar aplicações das diferentes técnicas hífenadas.

[Voltar](#)

### **Técnicas Analíticas Avançadas II (QUI10243M)**

1. Absorção e Emissão Atómica; Novas técnicas baseadas na utilização de atomizadores electrotérmicos, geradores de hidretos e de plasma;
2. Métodos electroquímicos; Voltamétrias de onda quadrada e de impulsos diferenciais;
3. Vantagens e desvantagens da aplicação dos novos métodos.

[Voltar](#)

### **Poluição e Efluentes Gasosos (QUI10244M)**

Dispersão de Poluentes na Atmosfera. Elementos de física e dinâmica da atmosfera. Circulações atmosféricas e o transporte de poluentes. Camada Limite atmosférica e Turbulência. Modelos de dispersão de poluentes na Atmosfera. Poluentes e sua acção. Ozono estratosférico. Smog fotoquímico. Chuvas ácidas. Partículas em suspensão. Compostos orgânicos voláteis. Gases de efeito de estufa. Metais e compostos metálicos. Monitorização de poluentes atmosféricos. Legislação ambiental. Métodos padrão de monitorização dos principais poluentes. Métodos de tratamento de emissões gasosas. Sedimentação gravítica. Ciclones. Precipitadores electrostáticos. Filtração. Lavadores.



[Voltar](#)

### **Qualidade, Normas e Certificação de Laboratórios (QUI10245M)**

1. Metrologia e Qualimetria
  - 1.1. Cálculo da incerteza analítica.
  - 1.2. Noções de Metrologia e Metrologia Química.
  - 1.3. Testes de proficiência e ensaios interlaboratoriais
2. Acreditação e Certificação de Laboratórios.
  - 2.1. Vantagens da Acreditação.
  - 2.2. Acreditação vs. certificação.
  - 2.3. Acreditação de laboratórios em Portugal.
3. Boas Práticas de Laboratório (BPL).
  - 3.1. História e evolução de BPL.
  - 3.2. BPL: princípios da OCDE.
  - 3.3 BPL em Portugal.
4. Sistemas de Gestão da Qualidade (SGQ).
  - 4.1. Introdução à Qualidade; principais definições.
  - 4.2. Os 8 princípios do sistema de gestão da qualidade.
  - 4.3. A NP EN ISO 9001:2008.
  - 4.4. Fases de implementação dum SGQ.
  - 4.5. Conteúdo da documentação do SGQ.
  - 4.6. Elaboração dum processo.
5. Sistemas de Gestão Ambiental (SGA), da Segurança e Saúde do Trabalho (SST)
  - 5.1. Introdução ao SGA.
  - 5.2. As NP EN ISO 14001:2004 e OHSAS 18001:2007
  - 5.3. Fases de implementação dum SGA - SST.
  - 5.4. Conteúdo da documentação do SGA.
  - 5.5. Desenvolvimento do processo.

[Voltar](#)

### **Análise, Tratamento e Valorização de Resíduos Sólidos (QUI10246M)**

1. Produção Nacional de Resíduos sólidos;
2. Enquadramento legal;
3. Origem, composição e propriedades dos resíduos sólidos;
4. Características físicas, químicas e biológicas dos resíduos sólidos urbanos (RSU);
5. Fontes, tipos e características de resíduos perigosos presentes em RSU;
6. Recolha e transporte de resíduos sólidos;
7. Separação e processamento de resíduos sólidos;
8. Valorização e tratamento de resíduos sólidos;
9. Deposição final dos resíduos sólidos.



[Voltar](#)

### **Análise, Tratamento e Valorização de Efluentes Líquidos (QUI07872M)**

#### 1- Caracterização das águas residuais

Poluentes presentes na água. Fontes de poluição, destino dos poluentes e seus efeitos nos meios aquáticos. Tipos de águas residuais. Caracterização quantitativa e qualitativa das águas residuais. Normas de descarga de águas residuais.

#### 2- Principais operações e processos de tratamento de águas residuais

Conceitos e definições: processos físicos, químicos e biológicos de tratamento de águas residuais. Descrição, aplicações e parâmetros de projecto.

#### 3 - Etapas do sistema de tratamento de águas residuais urbanas

Principais objectivos e processos utilizados em cada uma das etapas de tratamento de uma água residual urbana. Tratamento preliminar: gradagem, tamisação, trituração, desareamento, pré-arejamento, pré-cloragem; Tratamento primário: coagulação/floculação, flotação, filtração, sedimentação; Tratamento secundário: lagunagem, sistemas de lamas activadas, leitos percoladores, discos biológicos, digestores aeróbios e anaeróbios, nitrificação e desnitrificação; Tratamento de afinação ou terciário: filtração, processos de membranas, adsorção, permuta iónica, oxidação catalítica, desinfecção, air-stripping, precipitação.

#### 4- Valorização dos efluentes tratados

Reutilização de efluentes tratados. Impacte ambiental e riscos para a saúde humana. Sequência e rentabilidade dos diferentes processos de tratamento e recuperação de água.

#### 5 Tratamento e destino final das lamas

Caracterização quantitativa e qualitativa das lamas de ETAR. Tratamento e destino final das lamas resultantes da sedimentação primária e secundária (espessamento, estabilização, condicionamento, desinfecção, desidratação, compostagem).

#### 6- Métodos naturais de tratamento

Aplicação no solo (infiltração lenta, escoamento superficial, infiltração rápida). Zonas húmidas artificiais ou leitos construídos de macrófitas. Classificação dos leitos. Principais componentes do sistema (matriz de suporte, vegetação e população microbiana). Processos bióticos e abióticos de remoção de poluentes. Vantagens e desvantagens dos sistemas. Exemplos de aplicação.

[Voltar](#)

### **Metodologias de Investigação (QUI10247M)**

1. Pesquisa Bibliográfica - avaliar a credibilidade das fontes bibliográficas, utilizar tecnologias de informação para proceder a pesquisas bibliográficas, construção de bases de dados de pesquisa bibliográfica;

2. Programação de trabalho laboratorial - delineamento experimental com vista à obtenção de dados estatisticamente relevantes. Os aspectos

éticos de condução da investigação científica;

3. Elaboração de textos científicos com base nos resultados recolhidos. Aspectos éticos relacionados com a elaboração da dissertação/relatório de estágio e de artigos científicos em revistas de peer review;

4. Análise estatística de dados.

[Voltar](#)

### **Seminários (QUI08171M)**

A disciplina contempla duas componentes distintas mas complementares. Por um lado, os alunos deverão assistir a um conjunto de conferências que versam temas relacionados com ciências e humanidades apresentados por docentes da Universidade de Évora ou externos, tendo posteriormente de elaborar individualmente um resumo escrito. Os temas das palestras tentarão abranger não só as análises químicas ambientais mas ainda temas mais abrangentes na área da química ambiental e áreas auxiliares como legislação ambiental, marketing e gestão de recursos humanos.

A outra componente da disciplina consiste na elaboração de um trabalho individual sobre um tema a estabelecer nas primeiras aulas por proposta da docente e/ou alunos.

Cada aluno realizará uma apresentação do respectivo trabalho a que se seguirá um período de discussão.