



Plano de Estudos

Escola: Escola de Ciências e Tecnologia
Grau: Mestrado
Curso: Análises Químicas Ambientais (cód. 172)

1.º Ano - 1.º Semestre

Código	Nome	Área Científica	ECTS	Duração	Horas
QUI07866M	Amostragem e Processamento de Amostras Ambientais	Química	6	Semestral	156
MAT07867	Planeamento Experimental	Matemática	4	Semestral	104
QUI07868	Poluição Atmosférica e Efluentes Gasosos	Física e Química	4	Semestral	104
QUI07869	Química do Solo e Sedimentos	Química	5	Semestral	130
QUI07870M	Química dos Meios Aquáticos	Química	6	Semestral	156
QUI07871	Toxicologia dos Poluentes mais Relevantes	Bioquímica	4	Semestral	104

1.º Ano - 2.º Semestre

Código	Nome	Área Científica	ECTS	Duração	Horas
QUI07872M	Análise, Tratamento e Valorização de Efluentes Líquidos	Química	6	Semestral	156
QUI07873	Análise, Tratamento e Valorização de Resíduos Sólidos	Química	4	Semestral	104
QUI07874	Planeamento, Gestão e Organização de Laboratórios de Análise	Química	6	Semestral	156
QUI07875	Qualidade, Normas e Certificação de Laboratórios	Química	4	Semestral	104
QUI07876M	Técnicas Analíticas Avançadas I	Química	6	Semestral	156
QUI07877	Técnicas Analíticas Avançadas II	Química	5	Semestral	130

2.º Ano - 3.º Semestre

Código	Nome	Área Científica	ECTS	Duração	Horas
QUI07878	Metodologias de Investigação	Química	2	Semestral	52

Obrigatórias Alternativas

Código	Nome	Área Científica	ECTS	Duração	Horas
	Dissertação				
	Estágio				

2.º Ano - 4.º semestre

Código	Nome	Área Científica	ECTS	Duração	Horas
QUI08171M	Seminários	Química	3	Anual	24

Obrigatórias Alternativas

Código	Nome	Área Científica	ECTS	Duração	Horas
	Dissertação				
	Estágio				



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: { \ } newline

1.º Semestre { \ } newline

- 6 UC Obrigatórias num total de 29 ECTS { \ } newline

2.º Semestre { \ } newline

- 6 UC Obrigatórias num total de 31 ECTS { \ } newline

3.º Semestre { \ } newline

- 1 UC Obrigatória num total de 2 ECTS { \ } newline

4.º Semestre { \ } newline

- 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 55ECTS, 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 fraccionação 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 (MAT07867)

Análise de Variância

Generalidades e princípios básicos do delineamento experimental.

Os conceitos de factor, casualização e blocos, efeitos fixos e efeitos aleatórios, delineamentos equilibrados e delineamentos desequilibrados.

Pressupostos da análise de variância.

Teste à normalidade usando métodos gráficos.

Teste de Kolmogorov-Smirnov para a normalidade.

Teste de Levene para a homogeneidade de variâncias.

Análise de Variância (Planeamento de experiências completamente aleatorizado). Modelo de efeitos fixos: delineamentos com 1 factor e 2 factores.

Modelo de efeitos aleatórios: delineamentos com 1 factor e 2 factores.

Modelo misto. Análise de variância dupla com e sem repetições.

Testes de comparações múltiplas de médias: Scheffé, Tukey, Duncan, Dunnett e Bonferroni. Contrastes; contrastes ortogonais. Violação dos pressupostos da ANOVA.

Alternativas não paramétricas à ANOVA: Teste de Kruskal-Wallis (alternativa não paramétrica para a ANOVA simples) e Teste de Friedman (alternativa não paramétrica para a comparação de populações a partir de amostras emparelhadas)

Blocos completos e incompletos. Quadrados latinos Utilização de software estatístico (SPSS e Excel).

Correlação e Regressão linear simples

Correlação linear: coeficiente de correlação de Pearson. Diagrama de dispersão. Tipos de correlação.

O modelo de Regressão linear simples. Hipóteses subjacentes.

Estimadores dos mínimos quadrados para os parâmetros do modelo.

Propriedades dos estimadores dos mínimos quadrados.

Distribuição de probabilidade dos estimadores dos mínimos quadrados.

Intervalos de confiança e testes de hipótese sobre os parâmetros.

Avaliação da qualidade do ajustamento do modelo de regressão linear simples (Teste F da ANOVA e coeficiente de determinação).

Verificação das hipóteses mais importantes do modelo de regressão linear. Análise de Resíduos. Análise gráfica e sua importância no estudo do modelo.

Predição. Intervalos de predição individual. Intervalos de predição em média.

Regressão não linear

Regressão linear simples com transformação de variáveis.

Regressão sem transformação de variáveis.

Utilização de software estatístico (SPSS e Excel).

Regressão linear múltipla.

Modelo de regressão linear múltipla. Hipóteses subjacentes.

Estimação dos parâmetros do modelo.

Propriedades dos estimadores.

Inferências para funções lineares dos parâmetros do modelo.

Significância do modelo de regressão.

Inferência: Intervalos de confiança e testes de hipótese sobre os parâmetros.

Coeficiente de determinação múltipla ajustado.

Teste de Lack-of-Fit (falta de ajustamento).

Análise de resíduos.

Resíduos e autocorrelação teste de Durbin-Watson. Outliers. Leverage.

Multicolinearidade.

Correlações parciais e múltiplas. Testes-F parciais e testes-F sequenciais.

Seleção de variáveis e da melhor equação de regressão. Métodos de procura de um submodelo ajustado aos dados.

Predição. Intervalos de predição individual. Intervalos de predição em média.

Regressão não linear

Regressão linear múltipla com transformação de variáveis.

Regressão sem transformação de variáveis.

Utilização de software estatístico (SPSS e Excel).



[Voltar](#)

Poluição Atmosférica e Efluentes Gasosos (QUI07868)

Módulo de Dispersão de Poluentes na Atmosfera (Física)

1. Elementos de física e dinâmica da atmosfera

- a) Composição da atmosfera.
- b) Estrutura vertical da atmosfera.
- c) A radiação na atmosfera.
- d) Termodinâmica do ar seco e do ar húmido.
- e) Estabilidade atmosférica.
- f) Leis de conservação e a dinâmica da atmosfera.
- g) Equação de conservação / evolução de um poluente na atmosfera.

2. Circulações atmosféricas e o transporte de poluentes

- a) Circulação geral da atmosfera
- b) Sistemas sinóticos
- c) Circulações de escala regional (mesoscala)
- d) Circulações de microscala

3. Camada Limite atmosférica e Turbulência

- a) Interação superfície - atmosfera
- b) A Camada limite Atmosférica
- c) Temperatura, humidade e vento na CLA
- d) Turbulência e difusão

4. Modelos de dispersão de poluentes na Atmosfera

- a) Comportamento dos penachos na atmosfera
- b) Tipos de modelos de dispersão
- c) Modelos Gaussianos para fontes pontuais e lineares
- d) Utilização de modelos gaussianos tridimensionais para a obtenção de estimativas da concentração de poluentes

Componente de Química

1. Poluentes e sua acção

- a) Ozono estratosférico. Formação e destruição do ozono. Destruição catalítica do ozono: mecanismos. O caso da Antártida. Modelo de Molina. Depleção de ozono a latitudes médias. Agentes de depleção de ozono: CFC e seus substitutos.
- b) Smog fotoquímico: reagentes e produtos; poluentes primários e secundários. Condições favoráveis à ocorrência de smog. Redução dos óxidos de azoto na atmosfera. Conversores catalíticos.
- c) Chuvas ácidas. Fontes de dióxido de enxofre. Smelting de metais. Eliminação de SO₂. Tecnologias limpas de combustão. Consequências das chuvas ácidas. Lagos, solo, gelo e nevoeiro ácidos: consequências.
- d) Partículas em suspensão. Classificação e origem. Índices PM₁₀ e PM_{2.5}. Tempo de residência das partículas em suspensão. Partículas atmosféricas e saúde pública.
- e) Compostos orgânicos voláteis: definição e exemplos. Hidrocarbonetos poliaromáticos: origem e consequências ambientais. Dioxinas e dibenzofuranos: origem e toxicidade em função das suas características estruturais. Policlorobifenilos. Disseminação de dioxinas e dibenzofuranos no ambiente. Medidas de toxicidade (conceito de toxicidade equivalente). Acidente de Seveso. Directiva Europeia Seveso. Mobilidade de compostos orgânicos voláteis: parâmetros físicos e químicos que governam a mobilidade.
- f) Efeito de estufa. Substâncias que promovem o efeito de estufa. Mecanismo e seu fundamento físico. Modos normais de vibração activos. Níveis de dióxido de carbono e metano. Vapor de água. Balanço de CO₂. Realimentações positivas. Reservatórios de metano. Oxidação atmosférica do metano: mecanismo.
- g) Metais. Mercúrio e chumbo. Formas em que os metais se apresentam no ambiente (atmosfera, sobretudo). Metilmercúrio. Tetraetilchumbo. Consequências ambientais.

2. Monitorização de poluentes atmosféricos

- a) Legislação ambiental: emissões poluentes gasosas e qualidade do ar. Regimes de monitorização para fontes fixas. Avaliação da qualidade do ar ambiente. Conceito de estações de fundo e específicas. Conceitos de valor limite, limiar de alerta e de informação e nível crítico. Medições fixas, modelação e estimativa.
- b) Tipos de monitorização de poluentes. Métodos padrão de monitorização dos principais poluentes: dióxido de enxofre (titulação e fluorescência UV), óxidos de azoto (colorimetria e quimiluminiscência), ozono (espectroscopia de absorção UV), monóxido de carbono (FTIR), partículas em suspensão (atenuação de partículas beta e gravimetria), hidrocarbonetos totais (FID), BTEX (Benzeno, tolueno, etilbenzeno, xilenos, GC-FID).

3. Métodos de tratamento de emissões gasosas

- a) Sedimentação gravítica. Conceito de fracção de partículas. **Página 4 de 9**
- b) Ciclones: princípio de funcionamento, eficiência e dimensionamento.
- c) Precipitadores electrostáticos: funcionamento e equações de trabalho. Eficiência.
- d) Filtração: princípios básicos. Filtros de mangas e filtros jet-pulse.

Última atualização em 20/04/2024



[Voltar](#)

Química do Solo e Sedimentos (QUI07869)

GEOQUÍMICA DE SUPERFÍCIE

- 1.1 Constituintes do solo e sedimentos
- 1.2 Processos de Meteorização

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

REACÇÃO DO SOLO

- 3.1 Solos ácidos
- 3.2 Solos alcalinos

CRESCIMENTO DAS PLANTAS E ELEMENTOS VEGETAIS

POLUIÇÃO DO SOLO

- 5.1 Adubos
- 5.2 Pesticidas
- 5.3 Resíduos orgânicos
- 5.4 Estudo de casos (ex. Minas abandonadas)

PROCESSOS DE REMEDIAÇÃO

- 6.1 Principais processos envolvidos na Fitorremediação:
 - 6.1.1 Fitoestabilização
 - 6.1.2 Fitovolatilização
 - 6.1.3 Fitoextracção
 - 6.1.4 Bioremediação de águas



[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 especiação 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 (QUI07871)

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](#)

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](#)

Análise, Tratamento e Valorização de Resíduos Sólidos (QUI07873)

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](#)

Planeamento, Gestão e Organização de Laboratórios de Análise (QUI07874)

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

Aquisição de bens e serviços.



[Voltar](#)

Qualidade, Normas e Certificação de Laboratórios (QUI07875)

· Metrologia e Metrologia Química

Vocabulário de metrologia. Relevância da Metrologia. Metrologia química.

· Propagação de incerteza de Medição

Cálculo da incerteza analítica: Identificação das fontes de incerteza. Quantificação das fontes de incerteza. Exemplos de cálculo de incerteza analítica

· Testes de proficiência e Ensaio interlaboratoriais.

Testes de proficiência. Ensaio interlaboratoriais. Análise do relatório final de um Teste de Proficiência.

· Quimiometria

Objeto da quimiometria. Ferramentas da quimiometria. Exemplos e análise de artigos. Exercícios.

· Boas Práticas de Laboratório - BPL

Historial.

Princípios da OCDE de BPL: Objetivos. Definição de BPL. Âmbito de Aplicação. Aplicação dos princípios de BPL vs Acreditação e Certificação. Definição de termos. Princípios da OCDE de BPL (No 1).

BPL em Portugal: Legislação. Autoridades Nacionais de Acompanhamento. Reconhecimento BPL - Procedimento de Candidatura. Exemplos de Laboratórios Portugueses com certificação de Conformidade com as BPL. Exemplos de outras Boas Práticas

· Acreditação, Certificação e Normas ISO

Conceitos de Acreditação e Certificação

Normas ISO

A Qualidade como ferramenta de trabalho: Sistemas de Gestão da Qualidade

Introdução à Qualidade. Principais Definições: Controlo da Qualidade. Gestão da Qualidade. Garantia da Qualidade. Política da Qualidade. Sistema da Qualidade. Gestão pela Qualidade Total.

Os 8 princípios do sistema de Gestão da Qualidade (SGQ): Focalização no Cliente. Liderança. Envolvimento das pessoas. Abordagem por processos. Abordagem da Gestão como um Sistema. Melhoria Contínua. Abordagem à tomada de decisões baseadas em factos. Relações mutuamente benéficas com fornecedores.

Norma ISO 9001:2008: Definição, filosofia e requisitos. Fases de Implantação de um SGQ. Conteúdo da Documentação do SGQ.

Sistemas de Gestão Ambiental, da Segurança e da Saúde do Trabalho: Aplicação a um laboratório de análises químicas

A importância de um sistema de gestão ambiental, da segurança e da saúde do trabalho. Principais definições.

Norma ISO 14001:2004: Definição, filosofia e requisitos.

Visita a um laboratório de análises com procedimentos acreditados.

Visita ao Laboratório de Saúde Pública de Évora:

Estrutura e funcionamento dos Laboratórios de Química e Microbiologia.

Tipos de amostras analisadas, técnicas analíticas implementadas e principais parâmetros de análise acreditados.

Estrutura documental de suporte ao Sistema de Gestão: e Manual da Qualidade (segundo a norma NP EN ISO/IEC 17025:2005).

· Classificação e Rotulagem de Produtos Químicos

Sistema Mundial Harmonizado de Classificação e Rotulagem de Produtos Químicos GHS.

Regulamento CE n.º1271/2008 relativo à classificação, rotulagem e embalagem de substâncias e misturas CPL.



[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 (QUI07877)

Absorção e Emissão Atómica

Novas técnicas baseadas na utilização de atomizadores electrotérmicos, geradores de hidretos e de plasma

Métodos electroquímicos

Voltametrias de onda quadrada e de impulsos diferenciais

Vantagens e desvantagens da aplicação dos novos métodos.

[Voltar](#)

Metodologias de Investigação (QUI07878)

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.

Programação de trabalho laboratorial - delineamento experimental com a vista à obtenção de dados estatisticamente relevantes.

Os aspectos éticos de condução da investigação científica.

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

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.