

1. Unidade Curricular:

Qualidade da Água

Water Quality

2. Docente responsável:

Sílvia Alexandra Bettencourt de Sousa de Quadros

2.1 Outros docentes

Maria de Lurdes Nunes Enes Dapkevicius

3.1 Objectivos da unidade curricular e competências a desenvolver:

A unidade curricular tem como objectivos:

- Compreender os principais conceitos de qualidade da água em sistemas naturais (águas superficiais e subterrâneas), considerando os processos naturais e a poluição que os afecta.
- Conhecer os parâmetros físico-químico e microbiológicos que permitem caracterizar a qualidade da água para diversos usos.
- Conhecer os procedimentos e técnicas laboratoriais em química e biologia para monitorização e avaliação da qualidade da água de acordo com a legislação vigente.

3.2 Objectives of the curricular unit and competences to be developed:

The curricular unit pursues the following objectives:

- Understand the basic concepts of water quality in natural systems (surface and groundwater), considering the natural processes and the pollutions sources.
- Know the physicochemical and microbiological parameters that define the water quality to distinct utilizations.
- Know the laboratory procedures for chemical and microbiological analysis for monitoring and asses water quality considering the applicable legal requirements.

4.1 Conteúdos programáticos:

Aulas teóricas

1.º Módulo – Química da água

- Equilíbrio químico. Reacções reversíveis e irreversíveis. Definição de constante de equilíbrio. Deslocamento do equilíbrio químico – Princípio de Le Chatelier.
- Equilíbrio iónico. Constante de ionização (K_i). Equilíbrio iónico da água. Produto iónico da água (K_w). Equilíbrio iónico do fosfato.
- Equilíbrio ácido-base. Pares conjugado ácido-base. Conceito de ácido-base segundo Lewis, Arrhenius e Bronsted-Lowry. Constante de acidez (K_a) e de basicidade (K_b). Relações entre pH, pOH, pK_w, pK_a, pK_b.
 - Sistema cloro água: Efeito do pH, formação de cloraminas na presença de amónia, formação de compostos halogenados (trihalometanos) na presença de matéria orgânica natural.
 - Sistema dióxido de carbono – água. Efeito do pH no equilíbrio das espécies carbonatadas.
- Equilíbrio Redox
 - Equilíbrio redox do ferro na água. Dependência do pH e do potencial redox.
 - Equilíbrio de solubilidade. Produto de solubilidade. Formação de precipitados. Solubilidade do carbonato de cálcio num sistema fechado.

2.º Módulo – Qualidade da água vs usos

- Impacto da atividade antropogénica na qualidade da água. Conceito de poluição. Poluição tónica e difusa. Principais fontes antropogénicas de poluição no meio aquático.
- Conceito de qualidade da água.
- Qualidade da água para consumo humano – Decreto-Lei 306/2007.
- Qualidade da água em função dos seus principais usos – Decreto-Lei 236/98
 - Águas doces superficiais e águas subterrâneas destinadas à produção de água para consumo;
 - Águas para fins aquícolas;
 - Águas balneares;
 - Águas de rega;

- Descarga de águas residuais no meio aquático e no solo.
- Parâmetros de qualidade da água e métodos analíticos para a sua determinação
 - Parâmetros organoléticos;
 - Parâmetros físico-químicos;
 - Parâmetros relativos a substâncias indesejáveis;
 - Parâmetros relativos a substâncias tóxicas;
 - Parâmetros radioativos;
- Contaminantes emergentes.

3.º Módulo – Microbiologia da água

- Introdução. Importância dos microrganismos nos ambientes aquáticos.
 - Diversidade biológica e fisiológica nos ambientes aquáticos
 - Crescimento microbiano – noções básicas. Crescimento em meios sólidos, líquidos e biofilmes. Controlo de populações microbianas em águas recreativas e para consumo.
 - Participação dos microrganismos nos ciclos biogeoquímicos em ambientes aquáticos.
- Qualidade microbiológica da água e saúde pública. Doenças transmissíveis pela água. Indicadores de contaminação fecal. Microrganismos que afetam a qualidade sensorial da água.
- Parâmetros microbiológicos e avaliação laboratorial da qualidade microbiológica das águas.

Práticas Laboratoriais

1.ª Módulo

Lab 1 – Verificação da influência da temperatura e da concentração no deslocamento de um equilíbrio químico. Demonstração da reversibilidade das reações químicas.

Lab 2 – Avaliação experimental da ocorrência de reações de precipitação, complexação e oxirredução entre cátions metálicos e aniões e/ou moléculas, e a utilização destas em análises químicas.

2.º Módulo

Lab 1 - Avaliação de parâmetros organolépticos em águas de consumo humano com diferentes origens, e determinação dos parâmetros físico-

químicos: pH, turvação, temperatura e cloro residual (Laboratório de Microbiologia)

Lab 2 – Determinação de metais em amostras de água de diferentes origens (Laboratório de Análise de Plantas 116).

3.º Módulo

Lab 3 – Segurança laboratorial em Microbiologia e técnicas de assepsia (Laboratório de Microbiologia).

Lab 4 – Preparação de amostras para o trabalho laboratorial: técnicas para homogeneização, medição de tomas, concentração (filtração). Métodos para a contagem de microrganismos viáveis em águas: plaqueamento, Número Mais Provável (Laboratório de Microbiologia).

4.2 Syllabus:

Lectures

1st Part:

- Chemical equilibrium. Reversible and irreversible reactions. Equilibrium constant definition. Equilibrium shift – Le Chatelier Principle.
- Ionic equilibrium. Ionization constant (K_i). Water ionic equilibrium. Ionic product (K_w). Phosphate ionic equilibrium.
- Acid-Base equilibrium. Conjugate Acid Base pairs. Lewis, Arrhenius and Bronsted-Lowry concepts. Acidity constant (K_a) and Base dissociation constant (K_b). Relations between pH, pOH, pK_w, pK_a and pK_b.
 - Chlorine-water system: effect of pH, chloramines production in presence of ammonia, halogenated compounds formation (trihalomethanes) in presence of natural organic matter.
 - Carbon dioxide – water system. pH effect on carbonate bicarbonate equilibrium.
- Redox equilibrium:
 - Redox equilibrium of iron in water. pH and potencial redox influence.
 - Solubility equilibrium. Solubility product. Precipitates formation. Calcium carbonate equilibrium in a close system.

2nd Part: Water quality vs uses

- Water pollution overview: Human activities impacts in water quality.
Direct point source and diffuse pollution coming from urban and rural populations, industrial emissions and farming.
 - Water quality definition.
 - Legal requirements for drinking water quality (DL 306/2007) and for other uses (DL 236/98).
- Chemical aspects in drinking-water quality and analytical methods
 - Acceptability parameters (taste, odour and appearance)
 - Physicochemical parameters
 - Chemicals not of health concern
 - Toxic contaminants
- Emerging contaminants

3th Part: Water microbiology

- Introduction. Importance of microorganisms in aquatic environments.
 - Biological and physiological diversity in aquatic environments.
 - Microbial growth – basic concepts. Microbial growth in solid and liquid media and in biofilms. Microbial control populations in drinking-water and in recreational waters.
 - Microbial importance in the biogeochemical cycles in aquatic environments.
- Microbiological water quality and public health. Waterborne diseases. Indicators of faecal contamination. Microorganisms that affect the water acceptability.
- Microbiological parameters and laboratorial evaluation of water quality.

Laboratory Practices

1st Part

Laboratory 1 – Effect of temperature and concentration on the equilibrium of reversible reactions.

Laboratory 2 – Precipitation, complexation and redox reactions between positive metal cations and/or molecules.

2nd Part

Laboratory 1 – Odour and flavor determination in drinking-water from different water supply systems.

Laboratory 2 – Determination of pH, conductivity and heavy metals in surface and groundwater.

3rd Part

Laboratory 1 – Laboratory security rules in microbiology and aseptic technics.

Laboratory 2 – Sample manipulation for laboratorial experiments: homogenization techniques, accurate and reproducible measurement procedures, filtration. Manual microorganism counts methods: plating. Most Probable Number (MPN) technique.

5.1 Demonstrar a coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular:

O estudo e a consolidação de conceitos basilares de química e microbiologia asseguram que os aspetos de qualidade da água relacionados com o meio natural e com os sistemas artificiais seja plenamente compreendido.

Os parâmetros de qualidade de água para consumo humano e para outros usos, regulamentados a nível nacional e internacional, assim como os impactos na saúde pública lançam as bases para a avaliação da qualidade.

A prática laboratorial permite um aprofundamento dos conteúdos programáticos.

5.2 Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's objectives:

The study and the consolidation of basic concepts of chemistry and microbiology ensure that water quality aspects related to the natural environment and artificial systems to be fully understood.

The water quality parameters for human consumption and other purposes , regulated at national and international level as well as the impacts on public health are laying the foundations for quality assessment.

The laboratory practice allows a deepening of the syllabus.

6.1 Metodologias de ensino (avaliação incluída):

No decorrer da unidade curricular, serão ministradas aulas teóricas (28 horas), para introdução dos conceitos fundamentais e será proposta pesquisa individual e trabalho de grupo para determinados conteúdos, seguida de discussão na sala de aula moderada pelos docentes. As aulas teórico-práticas permitirão a aplicação de conceitos básicos à química da água. Os alunos terão também aulas de laboratório (18 horas) que abrangem as três partes do programa.

A avaliação consiste em dois testes escritos (o primeiro após 50% do programa, e o segundo no final do semestre) correspondente a uma componente teórica, e uma componente prática relativa às aulas laboratoriais. 70% da classificação final corresponde à média dos dois testes e 30% corresponde à componente de laboratório.

6.2 Teaching methodologies (including evaluation):

Within this subject, organized in lectures (28 hours) and laboratories (18 hours), the students will receive lectures introducing the basilar concepts, individual and/or group research will be proposed in order to develop selected contents, followed by class discussion, moderated by the teachers. The problems resolutions lectures were focused to water chemistry basilar concepts.

The evaluation consists of two written tests, (mid-term and end of semester) with both theoretical and practical components, and the laboratory reports of practices. The average of the two tests corresponds to 70% of the final grade, being the remaining the result of the individual laboratory report.

7.1 Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objectivos da unidade curricular:

Sendo esta uma disciplina voltada para a aquisição de conhecimentos basilares e ao desenvolvimento da capacidade de aplicá-los à compreensão dos fatores que afectam a qualidade das águas, a combinação de aulas teóricas expositivas e teórico-práticas, com investigação e discussão orientada pelos docentes, afigura-se-nos a metodologia mais eficaz. Por outro lado, o desenvolvimento de conhecimentos

e competências laboratoriais é contemplado numa abordagem prática, interligada com temas abordados na componente teórica.

7.2 Demonstration of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's objectives:

Since this subject aims at acquiring basilar knowledge and developing the capability to apply it to understand the factors affecting water quality, the combination of lectures, problem solving sessions and teaching oriented student research and discussion is the most efficient methodology. On the other hand, the development of laboratory knowledge and competence can only be attained with a hands-on approach and by linking it with the themes that are debated in theoretical component of the subject.

8. Bibliografia principal

- AWWA – American Water Works Association (1998). Standard Methods for the Examination of Wastewater. 20 th ed. APHA, AWWA, WEF, USA.
- Boyd, C.E. (2000). Water Quality – An Introduction. Kluwer, Países Baixos.
- Champman, D. Ed. (1996). Water Quality Assessments. 2nd. Ed. UNEP/WHO, E & FN Spon, 626pp.
- Decreto-Lei n.º 306/07, de 27 de Agosto. *Normas da qualidade da água para consumo humano*.
- Mendes, B., Santos Oliveira J.F. (2005). Qualidade da água para consumo humano. Lidel, Lisboa, 640 pp.
- Mara D & Horan N. (2003). The Handbook of Water and Wastewater Microbiology. Academic Press, Londres, Reino Unido.
- Pepper I.L. & Gerba C.P. (2004). Environment Microbiology – A Laboratory Manual. 2.º Ed. Elsevier, San Diego, EUA.
- Sawyer C., McCarty P. & Parkin G.F. (Eds). (2003). Chemistry for Environmental Engineering and Science. 5th. Ed. McGraw-Hill Int. Ed. 752 pp.
- WHO (2011). *Guidelines for drinking-water quality*. 4th edition. WHO Library Cataloguing-in-Publication Data. ISBN 978 92 4 1548151.