

Ano Letivo 2019-20

Unidade Curricular EUTROFIZAÇÃO E FLORESCÊNCIAS NOCIVAS

Cursos SISTEMAS MARINHOS E COSTEIROS (2.º Ciclo)

Unidade Orgânica Faculdade de Ciências e Tecnologia

Código da Unidade Curricular 17401016

Área Científica CIÊNCIAS DO AMBIENTE

Sigla

Línguas de Aprendizagem Inglês

Modalidade de ensino Presencial

Docente Responsável Ana Maria Branco Barbosa

DOCENTE	TIPO DE AULA	TURMAS	TOTAL HORAS DE CONTACTO (*)
Ana Maria Branco Barbosa	TC; OT; PL; T	T1; PL1; C1; OT1	12,5T; 7,5PL; 2,5TC; 1,5OT
Alice Newton	TC; OT; PL; T	T1; PL1; C1; OT1	12,5T; 7,5PL; 2,5TC; 1,5OT

* Para turmas lecionadas conjuntamente, apenas é contabilizada a carga horária de uma delas.

ANO	PERÍODO DE FUNCIONAMENTO*	HORAS DE CONTACTO	HORAS TOTAIS DE TRABALHO	ECTS
2º	S1	25T; 15PL; 5TC; 3OT; 2O	168	6

* A-Anual;S-Semestral;Q-Quadrimestral;T-Trimestral

Precedências

Sem precedências

Conhecimentos Prévios recomendados

Aprovação ou frequência das UC Oceanografia Costeira, Técnicas de Monitorização de Sistemas Marinhos, Dinâmica Trófica Marinha e Modelação em Sistemas Marinhos, ou UC equivalentes.

Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências)

Após a conclusão da UC, os estudantes deverão ter desenvolvido competências que permitam:

Conhecer o contexto e evolução histórica da eutrofização em sistemas marinhos e costeiros. Compreender as alterações nos ciclos de nutrientes. Conhecer a legislação relevante no contexto da EU (WFD, MSFD). Desenvolver um plano de monitorização. Avaliar as causas e consequências da eutrofização. Propor estratégias de gestão e comunicá-las aos intervenientes (*stakeholders*).

Conhecer os organismos formadores de florescências nocivas em sistemas marinhos e costeiros, em particular *Harmful Algal Blooms* (HAB). Explicar as consequências de HAB para a saúde humana, recursos marinhos, dinâmica trófica e serviços ecossistémicos. Compreender os mecanismos geradores de HAB. Discutir o impacto de alterações ambientais (ex.: eutrofização, variabilidade climática) na ocorrência de HAB. Quantificar organismos potencialmente nocivos e avaliar modelos preditivos de HAB. Propor estratégias de gestão de HAB.

Conteúdos programáticos

Módulo **Eutrofização**

1. Introdução: definições e modelos de eutrofização
2. Causas de eutrofização em sistemas costeiros e marinhos
3. Consequências de eutrofização em sistemas costeiros e marinhos
4. Legislação ambiental (ex.: Water Framework Directive-WFD; Marine Strategy Framework Directive - MSFD)
5. Gestão da eutrofização
6. Estudos de caso

Módulo **Florescências Nocivas**

1. Introdução: conceitos e tipos de florescências
2. Florescências Nocivas de "Algas" (HAB): organismos e adaptações ecofisiológicas
3. Consequências das HAB
4. Métodos de observação e quantificação de organismos formadores de HAB e biotoxinas
5. Regulação, distribuição e dinâmica de HABs. Interação com eutrofização e outros promotores. Estudos de caso.
6. Modelação e previsão de HABs
7. Gestão de HABs

Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular

Os conteúdos programáticos abrangem os principais tópicos na área da Eutrofização e Florescências Nocivas e todos os objetivos da UC. A organização da UC visa promover a autonomia, o espírito crítico dos estudantes e a integração de conceitos teóricos e aptidões práticas e analíticas, facilitando a concretização dos objetivos de aprendizagem. Cada um dos dois módulos (Eutrofização e Florescências Nocivas) apresentará uma sequência lógica de conceitos (conceitos básicos seguidos da discussão de processos), de modo a promover a compreensão e integração dos conteúdos da UC. Nas sessões práticas serão abordados estratégias de monitorização, comunicação, avaliação e análise da eutrofização, técnicas analíticas para quantificar microalgas formadoras de HAB e modelos conceituais e preditivos de HAB. Globalmente, a estratégia da UC permite que os estudantes desenvolvam competências analíticas e críticas relevantes ao nível da avaliação e gestão de Eutrofização e Florescências Nocivas.

Metodologias de ensino (avaliação incluída)

A UC inclui: (i) aulas teóricas (25 h), predominantemente expositivas, com períodos para interação com os alunos, em sala equipada com videoprojector; (ii) sessões práticas laboratoriais (2 sessões, 5h) e em sala de computador (4 sessões, 10h) e trabalho de campo (5h); e (iii) sessões de orientação tutorial (3h). O material de apoio ao estudo é disponibilizado, semanalmente, na tutoria eletrónica UC. Referências bibliográficas específicas são recomendadas para cada aula.

A avaliação da UC inclui a realização obrigatória de: (a) relatório sobre um estudo de caso (eutrofização, 25%); (b) recensão crítica de um artigo científico recente indexado (SCI) e sua apresentação oral (florescências nocivas, 25%); e (c) exame final individual (50%). O exame inclui componentes teórico (40%) e prático (10%). A admissão a exame e aprovação na UC implicam a participação em pelo menos 75% das aulas práticas, trabalho de campo e sessões tutoriais e uma nota no exame final igual ou superior a 9,5 valores.

Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular

As aulas teóricas, expositivas e com frequente interação com os estudantes, são utilizadas para apresentar os conteúdos teóricos e fornecem um conhecimento abrangente sobre eutrofização e florescências nocivas. A informação é apresentada de forma progressiva aos estudantes, para promover a assimilação e consolidação dos conteúdos da UC. As sessões práticas (laboratoriais, em sala de computador e trabalho de campo) e sessões tutoriais incluem a aplicação, análise e discussão de estratégias e técnicas quantitativas para avaliação da eutrofização e florescências nocivas em ecossistemas aquáticos. No contexto do módulo da Eutrofização, as sessões práticas, em sala de computador, incluem a aplicação de instrumentos para monitorização, comunicação, avaliação e análise do estado de eutrofização, numa perspetiva de gestão. No contexto das Florescências Nocivas, as sessões práticas incluem a identificação e quantificação da abundância de micro-algas potencialmente nocivas (em sala de computador), amostradas em sistemas marinhos e costeiros expostos e confinados, a elaboração de modelos conceituais e a análise crítica de modelos preditivos de HAB específicos, selecionados pelos estudantes (em sala de computador). As sessões práticas estão orientadas para a formulação e resolução de problemas e permitem a aquisição e integração de competências práticas, de análise crítica e a integração dos conceitos teóricos. As duas sessões tutoriais (3 h) são utilizadas para debate sobre estratégias de comunicação das medidas de gestão da eutrofização aos intervenientes (*stakeholders*) e apresentação da recensão crítica de artigos sobre modelação e previsão de HAB. Assim, as tarefas e sessões tutoriais da UC constituem uma oportunidade para explorar estudos de caso específicos e singularidades associadas, de interesse para os estudantes, e promover o desenvolvimento de competências de raciocínio, argumentação e comunicação oral.

O período de estudo autónomo deve ser utilizado para aprofundar o estudo dos componentes teóricos e práticos lecionados, elaborar o relatório sobre eutrofização (estudo de caso) e preparar a recensão crítica do artigo (florescências nocivas) e sua apresentação oral. Os materiais de suporte ao ensino são disponibilizados semanalmente, através da tutoria eletrónica da UC, permitindo uma distribuição equilibrada do esforço de estudo e carga de trabalho. Para além da bibliografia principal, são recomendados para cada aula uma série de artigos científicos (SCI) recentes. A integração das atividades letivas de contato (48 h), atividades desenvolvidas no período de estudo autónomo (120 h) e interações entre estudantes e docentes, fora da sala de aula (e-mail, gabinete), promove ativamente a concretização e consolidação dos objetivos de aprendizagem da UC.

Bibliografia principal

- Ferreira et al., 2011. Overview of eutrophication indicators to assess environmental status within the European Marine Strategy Framework Directive. *Estuar Coast Shelf Sci* 93: 117-131.
- Glibert et al., 2017. Globally changing nutrient loads and harmful algal blooms: Recent advances, new paradigms, and continuing challenges, *Oceanography* 30:58-69. <https://doi.org/10.5670/oceanog.2017.110>
- Glibert et al. (Eds.), 2018. *Global Ecology and Oceanography of Harmful Algal Blooms*, Springer, 461 p. ISBN 978-3-319-70069-4
- Le Moal et al., 2019. Eutrophication: a new wine in an old bottle?, *Sci Total Environ*, 651:1-11. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.09.139>
- Shumway et al. (Eds.), 2018. *Harmful Algal Blooms: A Compendium Desk Reference*, Wiley-Blackwell, 696 p. ISBN: 978-1-118-99465-8
- van Beusekom, 2018. Eutrophication. In: Salomon M., Markus T. (Eds) *Handbook on Marine Environment Protection*. Springer, 429-447 pp. ISBN 978-3-319-60156-4

see add. collection of recent SCI-indexed articles

Academic Year 2019-20

Course unit EUTROPHICATION AND HARMFUL ALGAL BLOOMS

Courses MARINE AND COASTAL SYSTEMS

Faculty / School FACULTY OF SCIENCES AND TECHNOLOGY

Main Scientific Area CIÊNCIAS DO AMBIENTE

Acronym

Language of instruction English

Teaching/Learning modality Presential

Coordinating teacher Ana Maria Branco Barbosa

Teaching staff	Type	Classes	Hours (*)
Ana Maria Branco Barbosa	TC; OT; PL; T	T1; PL1; C1; OT1	12,5T; 7,5PL; 2,5TC; 1,5OT
Alice Newton	TC; OT; PL; T	T1; PL1; C1; OT1	12,5T; 7,5PL; 2,5TC; 1,5OT

* For classes taught jointly, it is only accounted the workload of one.

Contact hours

T	TP	PL	TC	S	E	OT	O	Total
25	0	15	5	0	0	3	2	168

T - Theoretical; TP - Theoretical and practical ; PL - Practical and laboratorial; TC - Field Work; S - Seminar; E - Training; OT - Tutorial; O - Other

Pre-requisites

no pre-requisites

Prior knowledge and skills

Approval or attendance to the courses Coastal Oceanography, Monitoring of Marine Systems, Marine Trophic Dynamics and Modelling of Marine Systems, or equivalent courses.

The students intended learning outcomes (knowledge, skills and competences)

After completing this course, students should be able to:

Understand the conceptual background and historical development of eutrophication in coastal and marine waters. Recognize the alterations in the nutrient cycles. Know relevant legislation in Europe (WFD, MSFD). Develop a monitoring plan for eutrophication. Assess the causes and consequences of eutrophication. Suggest management strategies and communicate this to stakeholders.

Recognize the most relevant organisms forming harmful blooms in coastal and marine systems, namely harmful algal blooms (HABs), and their eco-physiological traits. Explain the consequences of HABs for human health, marine resources, trophodynamics and ecosystem services. Understand the triggering mechanisms of HABs. Discuss the impact of environmental changes (e.g., eutrophication, climate variability) on the occurrence, distribution and evolution of HABs. Quantify HAB forming organisms. Evaluate HAB predictive models. Suggest HAB management strategies.

Syllabus

Module Eutrophication

1. Introduction: definition and conceptual models
2. Causes of eutrophication in marine and coastal ecosystems
3. Consequences of eutrophication in marine and coastal ecosystems
4. Environmental legislation (e.g., Water Framework Directive - WFD; Marine Strategy Framework Directive - MSFD)
5. Management of eutrophication
6. Case studies

Module Harmful Blooms

1. Introduction: concepts and types of blooms
2. Harmful Algal Blooms (HABs): organisms and ecophysiological adaptive traits
3. Consequences of HABs
4. Methods for observation and quantification of HAB-forming species and biotoxins
5. Regulation, distribution and dynamics of HABs. Interactions with eutrophication and other drivers. Case studies.
6. HABs: modeling and prediction
7. Management of HABs

Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives

The course contents cover the main topics in the areas of Eutrophication and Harmful Blooms, including all course objectives. Course organization aims to promote student's autonomy and critical thinking aptitudes, and the integration of theoretical concepts and practical and analytical skills, thus allowing the achievement of learning objectives. Each of the two modules (Eutrophication and Harmful Blooms) presents a logical sequence of concepts (basic concepts followed by the discussion of processes), in order to facilitate the understanding and integration of course contents. Practical sessions cover different assessment frameworks and policy instruments in the context of Eutrophication, analytical techniques for quantifying HAB-forming microalgae and HAB conceptual and predictive models. Overall, this strategy allows the development of student's analytical and critical skills, relevant for the assessment and management of Eutrophication and HABs in marine and coastal systems.

Teaching methodologies (including evaluation)

This course includes: (i) theoretical expositive lectures (25h), with periods for student questioning and participation; (ii) practical lab sessions (2 sessions, 5h), computing practical sessions (4 sessions, 10h) and fieldwork (5h); and (iii) tutorial sessions (3h). Learning support materials are made available, on a weekly basis, at the course tutorial web site. Specific reading assignments are recommended for each lecture.

Course assessment comprises the mandatory completion of: (a) a case study report (eutrophication, 25%); (b) a critical analysis of a recent SCI-indexed article and its oral presentation (harmful blooms, 25%); and (c) a final individual exam (50%). The exam includes theoretical (40%) and practical (10% of evaluation) components. Admission to exam and course approval requires attendance to at least 75% of practical, tutorial sessions and fieldwork, and a grading higher than 9.5 points in the exam.

Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes

Course lectures, with frequent periods for student participation, are used to present theoretical contents providing a comprehensive understanding on eutrophication and harmful blooms. Information is provided to students progressively, to promote assimilation and consolidation of course contents. Practical sessions (laboratory, computer and fieldwork) and tutorial sessions include the application, analysis and discussion of strategies and quantitative techniques for evaluating eutrophication and harmful blooms. In the Eutrophication module, computing practical sessions comprise the application of several assessment frameworks and instruments for evaluating eutrophication status (monitoring, communicating, assessing, and analyzing), from a management and policy perspective. The Harmful Blooms module includes the identification and quantification of potentially harmful microalgae (laboratory practical sessions), sampled in marine and coastal exposed and confined systems, the elaboration of conceptual models and the critical analysis of predictive models of target HAB types, previously selected by the students (computer practical sessions). Globally, these practical activities are oriented towards the formulation and resolution of problems, allowing the acquisition of practical, analytical, critical and solving skills, and further integration of theoretical concepts. The two tutorial sessions (3 h) are used for debating the strategies for communicating eutrophication management measures and responses to stakeholders and presenting critical analyses of selected recent SCI-indexed articles related with HAB modelling and prediction. Course assignments and tutorial sessions therefore provide an opportunity to further explore specific case studies and associated singularities, of interest to students, and promote the development of oral communication and reasoning skills.

Independent study period should be used for in-depth studying of theoretical and practical components, and preparation of the case study report (eutrophication) and the critical analysis of a selected article (harmful blooms) and its oral presentation. Learning support materials are made available, on a weekly basis, through the course tutorial website, thereby allowing a balanced distribution of the study effort and workload. A series of recent SCI-indexed articles will be recommended for each lecture. Integration of contact hours (48 h), independent study period activities (120 h) and out-of-class interactions between students and lecturers (email, office) actively promotes the achievement and consolidation of course learning outcomes.

Main Bibliography

- Ferreira et al., 2011. Overview of eutrophication indicators to assess environmental status within the European Marine Strategy Framework Directive. *Estuar Coast Shelf Sci* 93: 117-131.
- Glibert et al., 2017. Globally changing nutrient loads and harmful algal blooms: Recent advances, new paradigms, and continuing challenges, *Oceanography* 30:58-69. <https://doi.org/10.5670/oceanog.2017.110>
- Glibert et al. (Eds.), 2018. *Global Ecology and Oceanography of Harmful Algal Blooms*, Springer, 461 p. ISBN 978-3-319-70069-4
- Le Moal et al., 2019. Eutrophication: a new wine in an old bottle?, *Sci Total Environ*, 651:1-11. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.09.139>
- Shumway et al. (Eds.), 2018. *Harmful Algal Blooms: A Compendium Desk Reference*, Wiley-Blackwell, 696 p. ISBN: 978-1-118-99465-8
- van Beusekom, 2018. Eutrophication. In: Salomon M., Markus T. (Eds) *Handbook on Marine Environment Protection*. Springer, 429-447 pp. ISBN 978-3-319-60156-4

see add. collection of recent SCI-indexed articles

