

## Ficha de Unidade Curricular LEQB – A3ES

### 1. Caracterização da Unidade Curricular.

- 1.1. **Designação da unidade curricular (1.000 carateres).**  
Tecnologias Sustentáveis / Sustainable Technologies
- 1.2. **Sigla da área científica em que se insere (100 carateres).**  
CEE
- 1.3. **Duração<sup>1</sup> (100 carateres).**  
Semestral
- 1.4. **Horas de trabalho<sup>2</sup> (100 carateres).**  
81
- 1.5. **Horas de contacto<sup>3</sup> (100 carateres).**  
T: 22.5 TP: 22.5
- 1.6. **ECTS (100 carateres).**  
3.0
- 1.7. **Observações<sup>4</sup> (1.000 carateres).**  
Optativa
- 1.7. **Remarks (1.000 carateres).**  
Elective

### 2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo) (1.000 carateres).

Jaime Filipe Borges Puna (22.5 h)

### 3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular (1.000 carateres).

Rita Isabel Dias Pacheco (22.5 h)

### 4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes). (1.000 carateres).

Após a aprovação na unidade curricular, o estudante deverá possuir a capacidade de:

1. Perceber a importância das tecnologias sustentáveis para o cumprimento dos compromissos ambientais e dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável.
2. Compreender a tecnologia dos processos de eletrólise, bem como, perceber a importância fulcral do hidrogénio sobre o novo paradigma energético.
3. Saber dimensionar equipamentos de adsorção, bem como, compreender as tecnologias associadas no crescimento e aplicabilidade da utilização de microalgas e, dos processos sustentáveis CCSU.
4. Compreender o potencial da biotecnologia para mitigar os impactos das atividades humanas nos ecossistemas.
5. Conhecer métodos e técnicas avançadas da biotecnologia aplicados na conservação ambiental e na produção sustentável.
6. Integrar técnicas biotecnológicas no desenvolvimento de novos produtos e processos sustentáveis.
7. Discutir os desafios éticos, legais e socioeconómicos associados à aplicação da biotecnologia.

### 4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students). (1.000 characters)

Upon approval, the student should be able to:

1. Understand the importance of sustainable technologies for fulfilling Portugal and the EU's environmental commitments.
2. Understand the concepts and technology of sustainable electrolysis processes, as well, understand the central importance of hydrogen/syngas in the new energy paradigm.
3. Know how to size adsorption/desorption equipment's, as well, understand the technologies associated with the growth and applicability of microalgae, and also, the CCS and CCU technologies.
4. Understand the potential of biotechnology to mitigate the impact of human activities on ecosystems.
5. Know advanced biotechnology methods and techniques applied to environmental conservation and sustainable production.
6. Be able to integrate biotechnological techniques in the development of new sustainable products/processes.
7. Discuss the ethical, legal, and socio-economic challenges associated with the application of biotechnology in environmental conservation.

**5. Conteúdos programáticos (1.000 carateres).**

1. Introdução às tecnologias sustentáveis: conceitos, aplicações/casos práticos.
2. Tecnologias de produção de hidrogénio: tipologias, aplicações, impactes ambientais/sociais. A economia do hidrogénio.
3. Os processos de eletrólise vs. processos termoquímicos de produção de hidrogénio/gás de síntese. Aplicações industriais. Características técnicas dos eletrolisadores.
4. Os processos de adsorção/desorção aplicados no tratamento de efluentes gasosos e seu dimensionamento.
5. As tecnologias e as aplicações de crescimento/utilização de microalgas. Tecnologias CCS e CCU aplicadas ao CO<sub>2</sub>.
6. Biotecnologia na Conservação Ambiental: processos genéticos e de clonagem para conservação da natureza, biorremediação e prospeção de recursos marinhos (Biotecnologia Azul).
7. Biotecnologia na Produção Sustentável: processos genéticos e de fermentação para a produção de alimentos, têxteis, cosméticos e biomateriais.

**5. Syllabus (1.000 characters).**

1. Introduction to sustainable technologies: concepts, applications/case studies.
2. Hydrogen production technologies: typologies, applications, environmental/social impacts. The hydrogen economy.
3. Electrolysis processes vs. thermochemical processes for hydrogen/syngas production. Industrial applications. Technical characteristics of electrolyzers.
4. Adsorption/desorption processes applied in the treatment of gaseous effluents and their sizing.
5. Microalgae growth/use technologies and applications. CCS and CCU carbon dioxide technologies.
6. Biotechnology in Environmental Conservation: genetic and cloning processes for nature conservation, bioremediation and prospecting for marine resources (Blue Biotechnology).
7. Biotechnology in Sustainable Production: genetic and fermentation processes for the production of food, textiles, cosmetics and biomaterials.

**6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular (1.000 carateres).**

Os tópicos lecionados permitem ao aluno adquirir conceitos sobre a importância das tecnologias sustentáveis, abrangendo desde aquelas relacionadas ao hidrogénio/gás de síntese e microalgas, até os processos de adsorção com materiais adsorventes sustentáveis e a biotecnologia. Permite compreender como a economia do hidrogénio é relevante no desenvolvimento sustentável.

Os conteúdos programáticos desta UC descritos em 1), 2) e 3) estão de acordo com os objetivos de aprendizagem (AO) 1) e 2), assim como, os conteúdos programáticos 4) e 5) estão de acordo com o OA 3).

Por sua vez, os temas abordados nos pontos 6) e 7) são direcionados para a consecução dos OA de 4) a 7), proporcionando uma compreensão ampla e aprofundada do papel da biotecnologia na mitigação do impacto ambiental.

Essa integração entre os tópicos lecionados e os objetivos de aprendizagem estabelecidos na unidade curricular

oferece aos alunos uma base sólida para compreender e abordar os desafios ambientais contemporâneos.

**6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes (1.000 characters).**

The topics taught allow the student to acquire concepts about the central importance of sustainable technologies, ranging from those related to hydrogen/synthesis gas and microalgae, to adsorption processes with sustainable adsorbent materials and biotechnology. It also allows you to understand how the hydrogen economy is relevant to sustainable development.

The syllabus of this CU described in 1), 2) and 3) are in accordance with the learning outcomes (LO) 1) and 2), as well, the syllabus 4) and 5) are in accordance with LO 3). The topics covered in points 6) and 7) are in accordance with LO 4) to 7), providing a broad and in-depth understanding of the role of biotechnology in mitigating environmental impact.

This integration between the topics taught and the learning objectives set out in the course unit provides students with a solid basis for understanding and addressing contemporary environmental challenges.

**7. Metodologias de ensino (avaliação incluída) (1.000 caracteres).**

Aulas teóricas e teórico-práticas, com exposição dos conteúdos programáticos através da apresentação de diapositivos, seguida pela resolução de exercícios, com visualização de casos práticos.

A avaliação de conhecimentos é efetuada por avaliação distribuída através da realização de 2 testes parciais (TE), em que TE1 e TE2  $\geq 8,00$  valores e, com média final mínima de 9,50 valores. Em alternativa, o estudante poderá realizar exame final (EF), que abrange toda a matéria, com classificação mínima de 9,50 valores, para aprovação na UC. A classificação final é obtida por  $CF = (TE1+TE2)/2$  ou  $CF = EF$ , com  $CF \geq 9,50$  valores (0-20).

**7. Teaching methodologies (including assessment) (1.000 characters).**

Theoretical and theoretical-practical classes, with exposure of the program contents through the presentation of slides, followed by the resolution of exercises, with visualization of practical cases.

Knowledge assessment is carried out by distributed assessment through the performance of 2 partial tests (WT), in which WT1 and WT2  $\geq 8.00$  v. and, with a minimum final average of 9.50 v. Alternatively, the student can take a final exam (FE), which covers the entire subject, with a minimum grade of 9.50 v., to pass the UC. The final mark is obtained by  $CF = (TE1+TE2)/2$  or  $CF = EF$ , with  $CF \geq 9.50$  v. (0-20).

**8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular (3.000 caracteres).**

O exercício da engenharia é essencialmente prático na procura/execução de soluções para problemas conhecidos e/ou desconhecidos e para o qual é necessário um profundo conhecimento científico teórico e experimental de apoio a essa mesma prática. Desta forma as aulas desta UC apresentam as duas componentes, T e TP, para que os alunos tenham tempo em sala de aula para apreender os conceitos teóricos, mas também tempo de os aplicar, praticar e discutir em tempo real com colegas e docente, analisando igualmente, casos de estudo reais sobre as tecnologias sustentáveis abordadas na matéria.

As aulas teóricas são dadas com recurso a meios informáticos de projeção de modo que seja facilitada a projeção de figuras e tabelas e ainda o uso de filmes e/ou sistemas dinâmicos para que seja mais fácil a compreensão dos casos de estudo. As projeções são acompanhadas com explicação verbal e escrita complementar no quadro. Os alunos são desafiados à participação e a aula é interrompida sempre que haja dúvidas de modo que sejam resolvidas de imediato.

As aulas teórico-práticas envolvem a execução de exercícios de aplicação onde será colocado aos alunos o desafio na procura de soluções para um determinado problema.

No final do semestre os alunos deverão estar aptos para compreender a importância dos processos tecnológicos sustentáveis, a sua fundamentação e aplicabilidade prática, à escala industrial, etc., através da realização de dois testes parciais que avaliam os conhecimentos adquiridos pelos alunos, sobre toda a matéria lecionada ao longo do semestre.

**8. Evidence of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes (3.000 characters).**

The exercise of engineering is essentially practical in the search/execution of solutions to known and/or unknown

problems and for which in-depth theoretical and experimental scientific knowledge is necessary to support this same practice. In this way, classes in this UC present two components, T and TP, so that students have time in the classroom to learn theoretical concepts, but also time to apply, practice and discuss them in real time with colleagues and teachers, analyzing also, real case studies on the sustainable technologies covered in the matter. Theoretical classes are given using computer projection means to facilitate the projection of figures and tables and also the use of films and/or dynamic systems to make it easier to understand the case studies. The projections are accompanied by a verbal explanation and additional writing on the board. Students are challenged to participate, and the class is interrupted whenever there are doubts so that they can be resolved immediately.

Theoretical-practical classes involve the execution of application exercises where students will be challenged to find solutions to a given problem.

At the end of the semester, students should be able to understand the importance of sustainable technological processes, their basis and practical applicability, on an industrial scale, etc., by carrying out two partial tests that evaluate the knowledge acquired by students, on the entire material taught throughout the semester.

**9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória (1.000 caracteres).**

1. Cesario, M., de Araújo, A., Loureiro, F. & Macedo, D. (2024). *Hydrogen Technology, Fundamentals and Applications*. Elsevier.
2. Smolinka, T. & Garcke, J. (Eds.) (2021). *Hydrogen production by water electrolysis*. Elsevier.
3. Ahmadian, A., Eikamel, A. & Almansoori, A. (2024). *Carbon capture, utilization and storage technologies*. Springer Cham.
4. Yang, R. (2013). *Gas Separation by Adsorption Processes (Butterworths Series in Chemical Engineering)*. Butterworth-Heinemann.
5. Jacob-Lopes, E., Queiroz, M., Maroneze, M. & Zepka, L. (Eds.) (2020). *Handbook of Microalgae-Based processes and Products*. Elsevier.
6. Neetu Sharma, Abhinashi Singh Sodhi, Navneet Batra (2023). *Environmental Biotechnology (1<sup>st</sup> Ed.)*. CRC Press.
7. Singh, S., & Upadhyay, S. (2023). *Microbial Bioreactors for Industrial Molecules*. Wiley.

---

<sup>1</sup> Anual, semestral, trimestral, ...

<sup>2</sup> Número total de horas de trabalho.

<sup>3</sup> Discriminadas por tipo de metodologia adotado (T - Ensino teórico; TP - Ensino teórico-prático; PL - Ensino prático e laboratorial; TC - Trabalho de campo; S - Seminário; E - Estágio; OT - Orientação tutorial; O - Outro).

<sup>4</sup> Assinalar sempre que a unidade curricular seja optativa.