

Ficha de Unidade Curricular LEQB

Unidade Curricular

Português

Química Verde e Engenharia

Inglês

Green Chemistry and Engineering

Total de horas

Teóricas

30

Teórico-práticas

15

Práticas Laboratoriais

Docente Responsável

Nome completo

José Virgílio de Sousa Coelho Prata

Nº horas de contacto

30

Outros Docentes

Nome completo 1

João Miguel Alves da Silva

Horas de contacto

15

Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes)

Português

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

1. Compreender a necessidade do desenvolvimento de transformações químicas e processos químicos mais verdes e integrados, como parte das ferramentas a utilizar na implementação da sustentabilidade através da inovação.
2. Identificar e compreender os problemas de ambiente, saúde e segurança mais comuns no âmbito da sustentabilidade no domínio da química verde e engenharia verde (QV&EV).
3. Analisar e avaliar materiais (solventes, reagentes, catalisadores) e condições reaccionais alternativas assentes nos princípios e nas métricas da QV&EV.
4. Calcular balanços de massa e energia e aplicá-los como ferramenta no incremento da "verdura" dos processos (operações unitárias de reacção e separação).
5. Usar conceitos de integração de massa, energia e segurança inerente na concepção de processos químicos mais sustentáveis.
6. Aplicar metodologias de ciclo-de-vida elementares na avaliação de processos.

Inglês

Upon approval, the student should be able to:

1. Understand the need for the development of greener chemistries and chemical processes through an integrated approach, as part of the tools used to drive sustainability through innovation.
2. Identify and understand the most common environmental, health and safety issues when considering what is more sustainable in the realm of green chemistry and green engineering (GC&GE).
3. Analyse and evaluate alternative materials (solvents, reagents, catalysts) and reaction conditions based on GC&GE principles and metrics.
4. Calculate mass and energy balances and apply them as a tool for "greenness" improvement (unit operations of reaction and separations).
5. Use concepts of mass and energy integration and inherently safety to design more sustainable chemical processes.
6. Apply elemental life-cycle methodology to assess processes.

Conteúdos programáticos

Português

Parte I

1. Química Verde, Engenharia Verde e Sustentabilidade.
2. Princípios da Química Verde e da Engenharia Verde. Métricas.
3. Concepção de Sínteses Químicas mais Verdes e Seguras. Selecção de Solventes, Catalisadores, Reagentes e Condições de Reacção. Fontes de Matéria-Prima Renováveis. Ambiente, Saúde e Riscos de Segurança.
4. Biocatálise e Bioprocessos em Química Verde e Engenharia.

Parte II

5. Concepção de Processos de Produção mais Verdes, Seguros e mais Sustentáveis. Quantificação da "Verdura" de um Processo através de Balanços de Massa e Energia.
6. Reactores e Processos de Separação em Engenharia Verde. Contínuo vs. Descontínuo.
7. Integração de Processos: Síntese, Análise e Optimização. Intensificação de Processos. Conceito de Processos Inerentemente Seguros e sua Avaliação.
8. Conceitos de Avaliação de Ciclo-de-Vida. Impactos de Materiais, de Energia, de Resíduos e de Tratamento de Resíduos.

Inglês

Part I

1. Green Chemistry, Green Engineering and Sustainability.
2. Green Chemistry and Green Engineering Principles. Metrics.
3. Designing Greener and Safer Chemical Syntheses. Selection of Solvents, Catalysts, Reagents and Reaction Conditions. Renewable Resources. Environment, Health and Safety Hazards.
4. Biocatalysis and Bioprocesses in Green Chemistry and Engineering.

Part II

5. Designing Greener, Safer and more Sustainable Manufacturing Processes. Measuring 'Greenness' of a Process through Energy and Mass Balances.
6. Reactors and Separations in Green Engineering. Batch vs. Continuous.
7. Process Integration: Synthesis, Analysis and Optimization. Process Intensification. Concepts of Inherently Safer Processes and Assessment.
8. Life-Cycle Assessment Concepts. Impacts of Materials, of Energy, and of Waste and Waste Treatment.

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

Português

Um dos objectivos fundamentais é propiciar o estabelecimento de conexões lógicas entre as áreas intrinsecamente relacionadas da síntese química, do design de processo, da engenharia, do ambiente, da saúde, e da segurança, e o ciclo de vida de produtos, seguindo uma abordagem integrada dos diversos conteúdos do programa. Isto permitirá ao estudante desenvolver uma visão holística e integrada das três principais áreas da sustentabilidade: ambiental, económica e social. Nesse sentido, os conteúdos programáticos foram desenhados da forma seguinte:

Os Tópicos 1-2 irão considerar e definir o largo contexto da sustentabilidade realçando o papel fundamental da química verde e da engenharia verde (QV&EV) no desenvolvimento da sociedade através da adopção de práticas mais sustentáveis. Compreenderão a compreensão acerca da necessidade de desenvolver transformações químicas e processos químicos numa forma integrada e identificar a QV&EV como parte essencial das ferramentas a utilizar de modo a guiar a sustentabilidade através da inovação. A identificação e compreensão dos princípios da QV&EV e as suas relações com uma efectiva redução da poluição na sua origem serão bastante enfatizados. Os assuntos relacionados com o ambiente, saúde e segurança serão abordados na perspectiva da química verde e das tecnologias verdes. A primeira parte do programa terminará com as métricas correntemente usadas na avaliação da "verdura" da química, dos processos e dos produtos, permitindo o estabelecimento de importantes comparações entre diferentes transformações químicas ou processos.

Nos Tópicos 3-4 serão leccionados os componentes chave da química e biologia que contribuem para reacções químicas e percursos reaccionais mais sustentáveis, providenciando guias para análise e selecção de materiais que possam promover globalmente sínteses químicas ou biológicas mais verdes sem comprometer a eficiência dos processos associados.

Os Tópicos 5-7 providenciarão os conceitos chave de engenharia que estão na base da concepção de processos químicos mais verdes e sustentáveis. Com esse fim serão estabelecidas relações entre balanços de massa e energia e as métricas da QV&EV, permitindo a compreensão das diferenças e impactos de processos descontínuos, semi-contínuos e contínuos (simples e múltiplos) associada aos conceitos de estado estacionário e transiente, e aplicá-los no melhoramento do design de processo (reactores e separações). Os conceitos elementares de integração e intensificação de processos, de segurança inerente de processos e sua avaliação no contexto da QV&EV serão igualmente abordados.

O Tópico 8 englobará os conceitos introdutórios de análise de ciclo de vida e ferramentas de avaliação, com referência aos seus impactos desde as fontes de matéria-prima/matérias-primas utilizadas até à reciclagem/reutilização/fim-de-vida de produtos.

Inglês

One fundamental learning objective is to establish bridges between the deeply interconnected subjects of synthetic chemistry, process design, engineering, environment, health, safety and products life-cycle, following an integrated approach along the course syllabus. This will allow the student to develop an holistic and integrated view of the three main areas of sustainability: environmental, economic and social. For that purpose, the syllabus contents were designed in the following manner:

Topics 1-2 will consider and define the broad context of sustainability specifically highlighting the key role of green chemistry and green engineering (GC&GE) in the society development through the adoption of more sustainable practices. These will comprehend the understanding about the need to develop greener chemistries and chemical processes in an integrated manner and identify GC&GE as an essential part of the tools used to drive sustainability through innovation. Identifying and understanding the principles of GC&GE and their interrelationships toward a true pollution reduction at its source is to be much emphasized. Environmental, health and safety issues in an integrated perspective will be dealt in the realm of green chemistry and green technology. The first part of the syllabus will end with the common metrics used to measure the "greenness" of chemistry, processes, and products that would allow one to make meaningful comparisons between different chemistry or process options.

Topics 3-4 will address the key components of chemistry and biology that contribute to more sustainable chemical reactions and reaction pathways, providing meanwhile guidelines to materials selection that promote an overall greenness of a chemical or a bio-based synthesis without compromising the efficiency of the chemistry or associated chemical/biological process.

Topics 5-7 will provide the key engineering concepts that underlay the design of greener and more sustainable chemical processes. To this end, the relationship between mass and energy balances and chemistry and green engineering metrics will be established, providing in the interim an understanding of the differences and impacts of batch, semi-continuous and continuous processes (single and multi-staged) and the associated concepts of steady-state and transient conditions, and apply them in the improvement of process design (reactors and separations). The elemental concepts of process integration and intensification, inherently safer processes, and their assessment will be provided along these topics.

Topic 8 will deal with introductory life-cycle concepts and associated assessment tools, referring to its impacts from resources/raw materials to its recycling/reuse or end-of-life considerations.

Metodologias de ensino (avaliação incluída)

Português

A metodologia de ensino compreenderá a leccionação de princípios, conceitos, metodologias e ferramentas de cálculo e avaliação associadas à QV&EV, acompanhada pela sistemática análise de casos de estudo, resolução de problemas, e pela identificação e formulação de possíveis soluções. A consulta da bibliografia recomendada e outro material de apoio disponibilizado online servirá para consolidar a aprendizagem. Incluída na metodologia de ensino e avaliação adoptadas está a preparação de dois trabalhos de carácter monográfico a realizar pelos estudantes ao longo do semestre sobre um tópico específico de QV&EV. A avaliação será realizada através de um teste final (TF) e pela apreciação das monografias (M), tanto na forma escrita como pela sua apresentação pública. A classificação final (CF) será determinada por: $CF = 0.5 \times TF + 0.5 \times M \geq 10$. Em alternativa, a aprovação pode ser obtida através de um exame final (EF): $CF = 0.5 \times EF + 0.5 \times M \geq 10$. É exigida a nota mínima de 9.5 no TF/EF/M.

Inglês

The teaching methodology will comprise the lecturing of principles, concepts, methodologies, and the calculation and assessment tools associated with GC&GE, accompanied by the systematic analysis of case-studies, problem-solving, and identification and design of possible solutions. The follow-up study may be realized through the recommended bibliography and handouts available online. Two monographic-type works to be prepared by the students along the semester, covering a specific topic of GC&GE, are also part of the proposed teaching methodology and evaluation. The assessment will be realized through a final test (FT) and by the evaluation of the monographic work (M) in their written forms and oral presentations to the class. The final grade (FG) will be given by: $FG = 0.5 \times FT + 0.5 \times M \geq 10$. Alternatively, approval may be obtained through a final examination (FE): $FG = 0.50 \times FE + 0.5 \times M \geq 10$. A minimum score of 9.5 in FT/FE/M is required.

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

Português

Os objectivos de aprendizagem, e os seus resultados, estão intrinsecamente relacionados com o conhecimento compreensivo dos tópicos constituintes do programa, o qual será, em larga medida, o resultado do estudo acompanhado e comparado de transformações químicas e processos tecnológicos, apontando globalmente para soluções integradas mais sustentáveis. As metodologias de ensino adoptadas são focadas, por um lado, na identificação dos problemas de sustentabilidade associados à indústria química em geral e, por outro, na disponibilização de ferramentas de cálculo e avaliação tendentes à resolução de problemas detectados. Isto será conseguido pela progressiva e regular transferência de conhecimentos a partir dos vários tópicos de QV&EV leccionados, seguindo uma abordagem sistemática de análise de casos de estudo, e pelo desenvolvimento de competências para resolução de problemas. Esta metodologia servirá igualmente os propósitos da construção de um background científico e tecnológico para a preparação dos trabalhos monográficos numa base autónoma de trabalho. A metodologia de ensino implementada e o modelo de avaliação são baseados na aprendizagem individual e na aprendizagem em grupo. A primeira resultará do acompanhamento e estudo contínuo das matérias leccionadas em sala de aula com o auxílio da bibliografia recomendada e outros meios de apoio e a segunda através da análise e discussão em grupo de tópicos específicos relevantes para a QV&EV aquando da preparação e apresentação dos trabalhos monográficos. Estes dois vectores permitirão ao estudante atingir com a profundidade adequada os vários objectivos de aprendizagem definidos e desenvolver simultaneamente as competências necessárias à resolução de problemas associados à sustentabilidade das transformações químicas e dos processos. A elaboração dos trabalhos monográficos tem por objectivo aprofundar e aplicar o conhecimento adquirido durante a leccionação em tópicos específicos e especializados da QV&EV. As monografias consistirão em revisões críticas actualizadas da literatura acerca dum tema seleccionado versando a problemática da sustentabilidade e a visão da QV&EV. Esta abordagem promoverá o desenvolvimento de competências analíticas e de síntese de revisão da literatura por parte de cada estudante, dado que os trabalhos monográficos implicarão a consulta cuidada e exaustiva de bases de dados científicas através de recursos online, ajudando ao estabelecimento de boas práticas na preparação de qualquer projecto científico/tecnológico. As monografias realizadas por um grupo de estudantes serão também escrutinadas em apresentações orais tomando a forma de avaliação adicional dos objectivos de aprendizagem, para além de permitirem aos estudantes reforçar as suas competências comunicacionais.

Inglês

The learning objectives and their outcomes are intrinsically related with the comprehensive coverage of the syllabus topics, which will be, to a great extent, a result attained by accompanied and compared study of the chemistry and chemical technological processes, globally pointing to more sustainable integrated solutions. The adopted teaching methodologies are focused, in one hand, on the identification of the sustainability problems associated with the chemical enterprise in general and, on the other, in providing calculation and assessment tools for their tentative solution. This is accomplished by a progressive and steady transfer of knowledge from the several GC&GE lectured subjects, following a systematic approach to case-studies analysis, and the development of applied skills through problem-solving. This methodology is also intended to construct the basic scientific and technological background for the preparation of monographic works on an autonomous basis. The implemented teaching methodology and the evaluation model are based on individual learning and also in group learning. The first of them is a result of the continuous follow-up study of lectured class topics with the help of recommended bibliography and other available learning supports and the second through the in-group analysis and discussion of specific topics relevant to GC&GE while preparing and presenting the monographies. These two paths will allow the student to accomplish in a very appropriate manner the previously defined learning goals and, simultaneously, develop the necessary skills for problem-solving of issues related to the sustainability of chemistries and chemical processes.

The monographic works are intended to deepen and apply the knowledge acquired on lecturing, going further on specific and specialized themes of GC&GE. The monographies will consist in up-dated critical bibliographic reviews about a selected subject encompassing the use of GC&GE in the realm of sustainability. This approach will promote the development of both analytical and synthetic skills of literature reviewing by each student, since the monographic works would imply the obligatory thorough search on scientific databases through available online resources, prompting for good practices in the preparation of any scientific/technological project. The monographic work made by a group of the students will also be scrutinized in oral presentations as a further assessment of the learning outcomes, providing meanwhile the reinforcement of their communicational skills.

Bibliografia Principal

1. Jiménez-González, C., Constable, D. J. C., Green Chemistry & Engineering: A Practical Design Approach, Wiley, 2011.
2. Marteel-Parish, A. E., Abraham, M. A., Green Chemistry and Engineering: A Pathway to Sustainability, Wiley, 2013.
3. Doble, M., Rollins, K., Kumar, A., Green Chemistry and Engineering, Academic Press, 2007.
4. Ameta, S., Ameta, R., Green Chemistry Fundamentals and Applications, Apple Academic Press, 2013.
5. Anastas, P., Warner, J., Green Chemistry: Theory and Practice, Oxford University Press, 1998.
6. Clark, J. H., Macquarrie, D., Handbook of Green Chemistry and Technology, Wiley-Blackwell, 2002.
7. Dicks, A. P. (Ed.), Green Organic Chemistry in Lecture and Laboratory, CRC Press, 2012.