

Ficha de Unidade Curricular LEQB

Unidade Curricular

Português

Reatores Químicos e Biológicos

Inglês

Chemical and Biological Reactors

Total de horas

Teóricas

33

Teórico-práticas

33

Práticas Laboratoriais

9

Docente Responsável

Nome completo

Luís Miguel Minhalma

Outros Docentes

Nome completo 1

Ana Sofia de Oliveira Figueiredo

Nome completo 2

Nelson Alberto Frade da Silva

Nome completo 3

Nome completo 4

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

Learning outcomes of the curricular unit

1. Identificar os parâmetros importantes no dimensionamento e nas condições de operação de reatores químicos e biológicos.
2. Dimensionar os diferentes tipos de reatores.
3. Identificar e dimensionar os diferentes tipos de acessórios necessários para o bom funcionamento de um determinado reator. Estudar condições mecânicas de arejamento, agitação, aquecimento e arrefecimento nos diferentes tipos de reatores.
4. Integrar conceitos interdisciplinares. Capacidade analítica e crítica.
5. Integrar aspectos tecnológicos e inovativos na construção de reatores.

1. Identify the important parameters in the design and in the operating conditions of the chemical and biological reactors.
2. Design of the different types of reactors.
3. Identify and design the different accessories needed for the optimal running of reactors. Study the aeration, agitation, heating and cooling in different types of reactors.
4. Integrate interdisciplinary concepts.
5. Integrate technological and economical aspects in the construction of reactors.

Conteúdos programáticos

Syllabus

1. Introdução aos reatores químicos e biológicos.
2. Revisão de grandezas estequiométricas e de termodinâmica química. Grau de conversão. Balanço energético. Constante de equilíbrio e efeito da temperatura. Cinética Química, de crescimento microbiano e enzimática.
3. Classificação dos Reatores. Princípios do projeto de reatores. Balanços mássicos e entálpicos. Equações características. Tempo de residência e tempo espacial. Classificação de agitadores e seu dimensionamento. Arejamento.
4. Reatores descontínuos monofásicos.
5. Reatores contínuos tubulares (pistão).

6. Reatores contínuos CSTR. Associação em série. Reatores com reciclo.
7. Seleção e comparação entre os diferentes tipos de reatores. Aplicações ambientais e em biotecnologia.
8. Esterilização e sua cinética. Esterilização “batch” e contínua: vantagens e desvantagens. Esterilização de gases.
9. Distribuição dos tempos de residência. Modelização dos reactores com a função DTR; Modelos de segregação e de máxima mistura.

1. Introduction to chemical and biological reactors.
2. Stechiometric definitions. Degree of conversion. Chemical thermodynamics. Energy balances. Chemical equilibrium and effect of temperature. Kinetics in chemical, biological and enzymatic reactions.
3. Classification of reactors. Principles of reactors design. Mass and energy balances. Characteristic equations. Residence and special time. Classification of mixers and their design. Aeration.
4. Monophase batch reactors.
5. Continuous Plug-flow reactors.
6. CSTR Reactors. Association of reactors in series. Recycle.
7. Selection and comparison between different types of reactors. Environmental and biotechnology applications.
8. Sterilization. Sterilization methods, its importance and kinetics. Batch and continuous sterilization: advantages and disadvantages. Air sterilization.
9. Distributions of Residence Times for Chemical Reactors. Modelling using RTD, segregation model and maximum mixedness, models for nonideal reactors.

Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular *Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's objectives*

A leção das aulas iniciais referentes à introdução aos processos reativos químicos e biológicos, bem como a integração de conhecimentos referentes às reacções químicas, biológicas e enzimáticas (pontos 1. e 2. do programa) permite ao aluno atingir os objectivos 1. e 5., i.e. leva à identificação dos parâmetros mais importantes na operação de reatores e seus acessórios, bem como a avaliação económica dos diferentes tipos de reatores, uma vez que são exploradas todos os aspectos e parâmetros que influem na operação e dimensionamento de reactores químicos e biológicos.

A leção e resolução de exercícios referentes aos diferentes modos de operação dos diferentes tipos de reatores, pontos 3. a 8. do programa, permite ao aluno atingir os objectivos 2. a 4, dimensionamento de reattore e acessórios, através da demonstração e resolução de múltiplos balanços de massa e energia, e da utilização de conhecimentos adquiridos noutras UCs, nomeadamente nas UCs das áreas da termodinâmica, química-física, microbiologia e fenómenos de transferência.

The teaching, in the first classes, relative to the introduction of the chemical and biological reactive processes and the integration of previously acquired knowledge regarding chemical, biological and enzymatic reactions (points 1. and 2. of the program) allows the student to reach goals 1. and 5., i.e. at this point the students should be able to identify the most important parameters in the operation of reactors and of their accessories, and should also be able to access a preliminary economic evaluation of the reactors and their operation, as all the aspects related to the dimensioning and operation of chemical, biological and enzymatic reactors are explored. The teaching of the items 3. to 8. of the syllabus allows the student to attain the goals 2. to 4., through the demonstration and resolution of multiple mass balances and recurring to the knowledge acquired in previous CUs, like Thermodynamics, Physical-Chemistry, Microbiology and Transport Phenomena.

Metodologias de ensino (avaliação incluída) *Teaching methodologies (including evaluation)*

Metodologias de Ensino:
Exposição da matéria teórica (33h de aulas teóricas e 33h de aulas teórico-práticas) através de slides em powerpoint e de demonstração de casos no quadro.
Resolução de exercícios ao longo de cada capítulo abrangendo a da matéria dada.
Aplicação dos conhecimentos teóricos adquiridos em 3 sessões laboratoriais de 3h cada.

Avaliação:

Avaliação no período letivo:

Dois testes parciais, 2h (T1 e T2): $T1 \geq 8$ val., $T2 \geq 8$ val.

Avaliação da componente laboratorial (L): desempenho (20%); 1 relatório por cada trabalho laboratorial (30%), 1 poster (20%) e apresentação oral (30%): $L \geq 9.5$ val.

$NF = [(T1 + T2) / 2] * 0.8 + L * 0.2$: $NF \geq 9.5$ val.

Avaliação por exame:

Exame Final, 3h: $EF \geq 9.5$

$NF = EF * 0.8 + L * 0.2$: $NF \geq 9.5$ val.

Arredondamento às unidades. Por defeito antes das cinco décimas, por excesso a partir de cinco décimas.

Teaching methodologies:

Explanation of the theoretical subjects (33h of theoretical classes and 33h of TP) using powerpoint slides and resolution of case studies in the board.

Resolution of exercises throughout each chapter.

Application of the theoretical knowledge acquired in 3 laboratorial sessions, 3h each.

Evaluation:

Evaluation during classes:

Two partial tests, 2h (T1 and T2): $T1 \geq 8$ val., $T2 \geq 8$ val.

Laboratory component evaluation: performance (20%); 1 report for each experimental work (30%), 1 poster (20%) and oral presentation (30%): $L \geq 9.5$ val.

Formula for the calculation of Final Grade (FG): $FG = [(T1 + T2) / 2] * 0.8 + L * 0.2$: $FG \geq 9.5$

Final exam evaluation:

Final Exam, 3h: $FE \geq 9.5$

$FG = FE * 0.8 + L * 0.2$: $FG \geq 9.5$ val.

Rounded to units. By defect, beneath five tenths, per excess, from five tenths.

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

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

As aulas teóricas são essenciais a uma rigorosa e completa cobertura dos tópicos do programa, os quais surgem como resposta a situações e problemas práticos. A resolução de exercícios em contexto de aula permite ilustrar a aplicação prática dos conceitos e ferramentas estudados, ao mesmo tempo que se aprofundam os conhecimentos teóricos.

As aulas serão dadas em blocos de 1,5h e os horários e horas semanais adaptados e adequados à matéria a ser leccionada e às necessidades variáveis entre teoria e prática, ou seja, o balanço semanal de horas em sala entre T e T/P é variável conforme a dificuldade das matérias, as necessidades de apreensão dos alunos e a proximidade dos períodos de avaliação.

As aulas teóricas são dadas com recurso a meios informáticos de projecção de modo a que seja facilitada a projecção de figuras. As projecções 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 a 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 problema.

As listas de exercícios disponibilizadas, pela sua organização, conteúdo e diversidade do grau de dificuldade, permitem ao aluno acompanhar minuciosamente todos os tópicos da matéria e são o principal instrumento do estudo individual. Os exercícios que as constituem são os adequados ao desenvolvimento das capacidades de cálculo e raciocínio dedutivo.

As aulas lecionadas em laboratório (3) visam demonstrar e proporcionar ao aluno a operação de diferentes reatores, químicos e biológicos, sendo realizados trabalhos com reatores contínuos e descontínuos, e com reações químicas, enzimáticas e biológicas.

Lectures are essential to a correct and comprehensive coverage of all topics of the syllabus, while in-class solution of exercises allows for a successful application of the theoretical knowledge to practical problems.

The classes will be given in blocks of 1.5 hours and the weekly number of hours adjusted and adapted to the subject to be taught and the needs between theory and practice, i.e. the weekly balance of hours in classroom between T and T/P is variable according to the difficulty of the subjects, the students apprehension needs and the proximity of the assessment periods.

Theoretical classes are given with the use of computer and data show in order to facilitate the projection of figures and tables and the use of dynamic films and/or systems to make it easier to understand the phenomena that occur in the dynamics of systems. The projections are accompanied by a verbal and written explanation on the board. Students are challenged to participate and the class is interrupted whenever doubts are raised so that they can be clarified promptly.

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

By their organization, contents and diversity in the degree of difficulty, the exercises sheets allow students to closely monitor all topics of the syllabus and are the main tool regarding individual study. The exercises that constitute them are suited for the development of calculus and deductive reasoning.

The laboratory classes (3) envisage the demonstration to the student of the operation of different reactors, chemical or biological, being these experiments carried out in continuous or batch reactors and with chemical, enzymatic, and biological reactions.

Bibliografia Principal

Main Bibliography

1. P. Doran, Bioprocess Engineering Principles, Academic Press, 2013.
2. A. M. Nunes dos Santos, Reactores Químicos, Fundação Calouste Gulbenkian, 1990.
3. O. Levenspiel, Chemical Reaction Engineering, 3rd ed., John Wiley & Sons, 1999.
4. F. Lemos, J. M. Lopes, F. Ramôa Ribeiro, Reactores Químicos, Coleção Ensino da Ciência e Tecnologia, IST, 2002.
5. H. S. Fogler, Elements of Chemical Reaction Engineering, 4th ed., Prentice Hall International, 2006.
6. Missen, R. W., Mims; C. A. Saville, B.A. "Introduction to Chemical Engineering and Kinetics" John Wiley & Sons, 1999.
7. Trambouze, P., Euzen, J.; "Chemical Reactors from Design to Operation"; E. Technip 2004.
8. M. Mota, N. Lima, Biotecnologia: Fundamentos e Aplicações, Lidel Edições Técnicas, 2003.
9. C.G. Hill Jr., An Introduction to Chemical Engineering Kinetics & Reactor Design, John Wiley & Sons, 1977.
10. G. Tchobanoglous, F. L. Burton (Ed.), H. D. Stensel, 4th ed., Wastewater Engineering: Treatment and Reuse, McGraw-Hill, 2003