

## FICHA DA UNIDADE CURRICULAR

<b>1. Unidade curricular</b> (nome oficial da unidade curricular em português)
Comportamento Térmico e Energético de Edifícios
<b>Course unit title</b> (ver nota anterior. Introduzir texto em inglês)
Thermal and energy performance of buildings
#1 Unidade curricular já existente? <input checked="" type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
#2 Em caso de resposta afirmativa: Código da Unidade Curricular em Nónio: 02022067
<b>2. Sigla da área científica em que se insere</b> (sigla da área científica que consta no plano de estudos)
EC
<b>3. Duração</b> (Indicação da duração que consta do plano de estudos - semestral, anual...)
Semestral
<b>4. Horas de trabalho</b> (n.º de horas totais de trabalho que consta do plano de estudos: T- Ensino Teórico; TP- Ensino Teórico Prático; PL- Ensino Prático e Laboratorial; TC- Trabalho de Campo; S- Seminário; E- Estágio; OT- Orientação tutorial; O- Outra)
162
<b>5. Horas de contacto</b> (n.º de horas de contacto que consta do plano de estudos. Devem ser consideradas, preferencialmente, 14 semanas de contacto coletivo por semestre.)
TP-63,0 h
<b>6. ECTS</b> (n.º de ECTS que a unidade tem, de acordo com o definido no plano de estudos)
6
<b>7. Observações</b>
-
<b>Observations</b>
-
<b>8. Curso(s)   Ciclo(s) de estudos a que está associada</b>
Mestrado em Engenharia Civil
<b>9. Ano curricular   Curricular unit*</b>
2
<b>10. Tipo de unidade curricular   Course unit type</b>
Normal
<b>11. Semestre   Semester</b> (Deve ser indicado o semestre (1º ou 2º) a que a unidade curricular deve ser associada, de acordo com o definido no plano de estudos)
1
<b>12. Docente responsável e respetiva carga letiva na unidade curricular   Responsible academic staff member</b> (Para além do nome do docente responsável, deve ser também indicado o número de horas que assume na disciplina)
Nuno Simões (TP: 53 h)
<b>13. E-mail institucional do Docente responsável</b>
nasimoes@dec.uc.pt
<b>14. Nível   Level</b>
2º ciclo de estudos / 2nd cycle studies
<b>15. Modo de ensino   Mode of delivery</b>
Presencial / face-to-face
<b>16. Conhecimentos de base recomendados</b> (indicar as unidades curriculares, conhecimentos, competências técnicas ou competências linguísticas que o estudante deve ter à partida para atingir com sucesso os objetivos definidos na unidade curricular)
Disciplinas do 1º ciclo, em particular Física das Construções e Materiais de Construção.
<b>Recommended prerequisites</b> (ver nota anterior. Introduzir texto em inglês)
1st cycle courses, in particular Building Physics and Construction Materials
<b>17. Língua(s) de ensino</b> (indicar a(s) língua(s) em que as aulas são lecionadas)
Português
<b>Language(s) of instruction</b> <sup>*(5)</sup> (ver nota anterior. Introduzir texto em inglês)
Portuguese
<b>18. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular   Other academic staff members involved in the curricular unit</b> (1000 carateres disponíveis incluindo espaços)
Andreia Pereira (TP=10 h)
<b>19. Objetivos da unidade curricular e competências a desenvolver</b> (Descrever, de forma sucinta e clara, o que o estudante deve conhecer, compreender e ser capaz de demonstrar após completar a unidade curricular. 1000 carateres disponíveis incluindo espaços)

Esta unidade curricular tem por objetivo fomentar o estudo do comportamento térmico e o desempenho energético de edifícios e dotar os alunos de conhecimentos sobre:

- fundamentos de transferência de calor e massa;
  - parâmetros de caracterização térmica de soluções construtivas;
  - metodologias e modelos de simulação numérica do comportamento térmico e energético de soluções construtivas;
  - métodos experimentais de caracterização de comportamento térmico;
  - o quadro legal e normativo relacionado com a eficiência energética e ambiental dos edifícios.
  - arquitetura bioclimática, conceito casa passiva e integração de sistemas de energias renováveis;
- As competências científicas e técnicas adquiridas serão as necessárias à conceção e projeto de edifícios eficientes do ponto de vista energético.

**Learning outcomes** (*ver nota anterior. Introduzir texto em inglês*)

The principal aim of this course is to promote the study of hygrothermal behaviour and energy performance of buildings. The purpose is to provide theoretical, practical and research skills of students in the following fields:

- fundamentals of heat and mass transfer;
  - thermal properties of materials and building envelope solutions;
  - methodologies and simulation models to evaluate the thermal behaviour of building elements;
  - experimental methodologies to evaluate the thermal behaviour of building elements;
  - energy performance of buildings directive and national law;
  - bioclimatic design, passive house concept and integration of renewable energies in buildings;
- The learning technical and scientific outcomes of students will be useful in the building design of energy efficient buildings.

**20. Conteúdos programáticos** (*1000 carateres disponíveis incluindo espaços*)

1. Fundamentos de transferência de calor e massa
2. Caracterização térmica de elementos de soluções construtivas
  - 2.1. Parâmetros de caracterização térmica;
  - 2.2. Modelos de simulação numérica do comportamento térmico e energético;
  - 2.2. Métodos experimentais de caracterização de comportamento térmico.
3. Regras de qualidade térmica, desempenho energético e de qualidade do ar interior
  - 3.1. Caracterização climática e exigências de conforto térmico e ambiental;
  - 3.2. Metodologias de simulação do balanço energético de edifícios;
    - 3.2.1. Normas (EN e ISO) e legislação relativa ao comportamento térmico e performance energética dos edifícios;
4. Conceitos de Utilização Racional de Energia
  - 4.1. Estratégias bioclimáticas;
    - 4.1.1. Geometria de insolação;
    - 4.1.2. Sistemas passivos de aquecimento e de arrefecimento;
  - 4.2 Passive House
  - 4.3. Sistemas de energias renováveis;
  - 4.4. Identificação e caracterização, em termos energéticos e económicos, de medidas de racionalização energética dos edifícios.

**Syllabus** (*ver nota anterior. Introduzir texto em inglês*)

1. Fundamentals of heat and mass transfer
2. Thermal characterization of building envelope
  - 2.1. Thermal parameters;
  - 2.2. Numerical models to simulate the thermal and energetic behavior of constructive solutions;
  - 2.3. Experimental methods for thermal characterization of building elements.
3. Rules of thermal quality, energy performance and indoor air quality
  - 3.1. Climate characterization and thermal comfort requirements;
  - 3.2. Methodology for calculating the energy performance of buildings;
  - 3.3. European and international standards (EN e ISO) and energy performance legislation.
4. Concepts of rational use of energy
  - 4.1. Bioclimatic strategies;
    - 4.1.1. Solar shading geometry;
    - 4.1.2. Solar heating systems;
    - 4.1.3. Passive cooling systems;
  - 4.2. Passive House;
  - 4.3. Integration of renewable energies in buildings;
  - 4.4. Energy saving and cost optimal renovation measures.

**21. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular**  
(*1000 carateres disponíveis incluindo espaços*)

<p>Os conteúdos programáticos estão coerentes com os objectivos da unidade curricular porque os assuntos previstos garantirão a aquisição dos conhecimentos e competências necessárias para a avaliação do comportamento higratérmico de soluções construtivas e desempenho energético de edifícios assim como para o estudo de estratégias especiais de promoção do desempenho energético. Serão providenciadas informações acerca das ferramentas (metodologias e bibliografia) mais adequadas para realizar estudos nestas áreas e será fomentado o desenvolvimento de novas competências associadas ao trabalho de investigação.</p>
<p><b>Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's objectives</b> (<i>ver nota anterior. Introduzir texto em inglês</i>)</p>
<p>The syllabus is consistent with the curricular unit's objectives since was designed to provide knowledge, skills and competences on hygrothermal behavior of building solutions and energy efficiency of buildings, as also of special strategies to promote energy performance. It is expected to provide adequate tools (methodologies and bibliographic references) to realize studies in this subject field and to promote the development of new abilities associated to the research work.</p>
<p><b>22. Métodos de ensino</b> (<i>600 carateres disponíveis incluindo espaços</i>)</p>
<p>Os conteúdos teórico-práticos da unidade curricular serão expostos através de aulas recorrendo sempre que possível a casos práticos. Os estudantes serão motivados a aplicar as competências adquiridas na realização de actividades práticas ou laboratoriais, e a desenvolver e discutir trabalhos de investigação. Os alunos são convidados ainda a explorar ferramentas informáticas de simulação numérica.</p>
<p><b>Teaching methods</b> (<i>ver nota anterior. Introduzir texto em inglês</i>)</p>
<p>The theoretical and practical contents of the curricular unit will be presented through lectures illustrated whenever possible with practical cases. Students are encouraged to apply the competences acquired through practical and laboratorial activities, and to develop and to discuss research works. Students are invited to explore computational tools ro perform numerical simultions.</p>
<p><b>23. Adequação das metodologias de ensino e das didáticas aos objetivos de aprendizagem da unidade curricular</b> (<i>1000 carateres disponíveis incluindo espaços</i>)</p>
<p>As metodologias de ensino estão em coerência com os objectivos da unidade curricular dado que se prevê que os alunos adquiram inicialmente os conceitos básicos necessários aos estudos a realizar, contactem com as metodologias de cálculo específicas para cada situação, conheçam os documentos técnicos e científicos de referência. Os alunos terão oportunidade de aplicar em casos práticos concretos as competências adquiridas. Adicionalmente, pretende-se que os alunos desenvolvam a capacidade de exposição oral e escrita, através da elaboração de documentos científicos e sessões de apresentação.</p>
<p><b>Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes</b> (<i>1000 carateres disponíveis incluindo espaços</i>)</p>
<p>The teaching methodologies is consistent with the curricular unit's objectives since students are expected to get and apply basic concepts, to contact with adequate and specific methodologies, to have references of scientific and technical documents. Students will have the opportunity to apply the competences acquired through practical and laboratorial activities. Additionally, students should develop the ability of oral and written exposition, through reports elaboration and presentation sessions.</p>
<p><b>24. Métodos de avaliação   Assessment method</b> (<i>assinalar, em percentagem, os métodos de avaliação utilizados, devendo a respetiva soma dar 100%; 400 carateres disponíveis incluindo espaços</i>)</p>
<p><b>Exame   Exam:</b> 60%</p> <p><b>Frequência   Midterm exam:</b></p> <p><b>Mini Testes   Test:</b></p> <p><b>Projeto   Project:</b></p> <p><b>Relatório de seminário ou visita de estudo   Seminar ir study visit report:</b></p> <p><b>Resolução de problemas   Problem resolving report:</b></p> <p><b>Trabalho de Investigação   Research work:</b> 15%</p> <p><b>Trabalho de síntese   Synthesis work:</b> 25%</p> <p><b>Trabalho laboratorial ou de campo   Fieldwork or laboratory work:</b></p> <p><b>Outra   Other:</b></p>

**25. Bibliografia de consulta/existência obrigatória | Bibliography** (*1000 carateres disponíveis incluindo espaços*)

- Incropera, F.P.; Dewitt D.P., Fundamentals of Heat and Mass Transfer, Fifth Edition, Wiley & Sons.
- Kreider, J.F.; Curtiss, P.S.; Rabl, A., Heating and Cooling of Buildings, Design for Efficiency.
- Clarke, J. A., Energy simulation in building design, Adam Hilger, Bristol and Boston.
- Desideri, U.; Asdrubali, Handbook of Energy Efficiency in Buildings, Butterworth-Heinemann.
- Piedade, A. Canha; Rodrigues, A. Moret, Térmica de edifícios – elementos sobre a transmissão do calor, IST.
- Piedade, A. Canha, Térmica de edifícios – modelização do comportamento energético de edifícios, IST.
- Rodrigues, A. Moret; Piedade, A. Canha, Humidade em Edifícios, .
- Gonçalves, H.; Graça, J. M., Conceitos bioclimáticos para os edifícios em Portugal, DGGE/IP-3E.
- Watson, D., La casa solar: diseño y construccion, Madrid: Hermann Blume, 1985.
- Viegas, J.C. (1995), Ventilação Natural de Edifícios de Habitação, LNEC.
- Silva, A.C.; Malato, J.J., Geometria da insolação de edifícios Lisboa: LNEC, 1969.