

## FICHA DA UNIDADE CURRICULAR

<b>1. Unidade curricular</b> (nome oficial da unidade curricular em português)
Acústica Aplicada
<b>Course unit title</b> (ver nota anterior. Introduzir texto em inglês)
Applied Acoustics
#1 Unidade curricular já existente? <input type="checkbox"/> Sim <input checked="" type="checkbox"/> Não
#2 Em caso de resposta afirmativa: Código da Unidade Curricular em Nónio:
<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-58,5 h; PL-4,5 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>
2º   2nd
<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)
1º   1st
<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)
Paulo Jorge Rodrigues Amado Mendes (TP: 31,5 h; PL: 4,5 h)
<b>13. E-mail institucional do Docente responsável</b>
pamendes@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)
Análise Matemática 1, Análise Matemática 2, Mecânica 1, Fenómenos Ondulatórios, Eletromagnetismo e Termodinâmica, Física das Construções
<b>Recommended prerequisites</b> (ver nota anterior. Introduzir texto em inglês)
Mathematical Analysis I, Mathematical Analysis II, Mechanics 1, Wave phenomena, Electromagnetism, Thermodynamics, Building Physics
<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)
António Tadeu (TP: 27 h)

**19. Objetivos da unidade curricular e competências a desenvolver** (*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*)

A disciplina de Acústica Aplicada, no Ramo de Construções, tem como objetivo desenvolver os conceitos de acústica introduzidos na disciplina de Física das Construções e alargar o âmbito do conhecimento de forma a capacitar os alunos a:

- compreender os fenómenos de propagação do som;
- conhecer e saber aplicar a legislação nacional, relativa a ruído ambiente e a ruído em edifícios;
- conhecer as principais normas relativas a ensaios de medição acústica em edifícios e ensaios de medição do ruído ambiente;
- compreender como é que os diversos materiais e determinadas soluções construtivas se comportam, relativamente à propagação do som.

Pretende-se que os alunos adquiram competências em análise e síntese, comunicação oral e escrita, resolução de problemas, raciocínio crítico, aprendizagem autónoma e aplicação prática de conhecimentos teóricos.

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

In the curricular unit "Applied Acoustics", in the Construction Sciences path, the acoustic concepts introduced in the previous curricular unit "Building Physics" will be thoroughly addressed and the scope of knowledge will be extended in order to enable students to:

- understand the physical phenomena of sound propagation;
- know and apply the national legislation on environmental noise and building acoustics;
- know the main normative documents for tests in building acoustics and for measurements of environmental noise;
- understand how the different materials and constructive solutions perform in relation to the propagation of sound.

Acquiring capabilities in synthesis and analysis, oral and written communication, problems solving, critic reflection, autonomous learning, and practical application of theoretical knowledge.

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

1. Introdução
2. Noções gerais de acústica
  - Propagação do som; Resposta do ouvido humano; Análise no tempo e em frequência; Equipamentos de ensaio
3. Ruído da atividade humana
  - Legislação sobre ruído; Ruído de Equipamentos, da Indústria e de Tráfego; Vibração do solo
4. Acústica de espaços interiores
  - Campo sonoro no interior de um recinto fechado; Tempo de reverberação; Materiais absorventes
5. Isolamento acústico a sons aéreos
  - Métodos de medição e modelos simplificados de previsão em diferentes tipos de elementos; Transmissão indireta do som
6. Ruídos de percussão
  - Métodos de medição e de previsão; Tecnologias do isolamento a sons de percussão em diferentes pavimentos
7. Regulamento dos Requisitos Acústicos dos Edifícios
  - republicado pelo DL nº 96/2008, de 9/6
8. Análise do ruído de tráfego
  - Modelos de previsão baseados em fórmulas simplificadas; Minimização do efeito do ruído de tráfego; Métodos de análise de barreiras acústicas. Processos de cálculo simplificado.

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

1. Introduction
2. General concepts on acoustics
  - Sound propagation; Response of the human ear; Time and frequency domains analyses; Measuring and testing equipment
- 3.Noise of human activity
  - Noise legislation; Equipment, industrial and traffic noise; Soil vibration
4. Room acoustics
  - Sound field inside a closed room; Reverberation time; Absorbing materials
5. Airborne sound insulation
  - Measuring methods and simplified prediction models for different kinds of building elements; Indirect sound transmission
6. Impact noise
  - Measuring methods and prediction models; Impact sound insulation technologies for different types of floors
7. Portuguese building acoustics national regulation (RRAE)
  - RRAE, republished by DL nº 96/2008, from 09/June

<p>8. Traffic noise analysis</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Prediction models based on simplified formulas; Minimizing traffic noise effect; Methodologies for acoustic barriers analyses; Simplified calculation procedures.</li> </ul>
<p><b>21. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular</b> (1000 carateres disponíveis incluindo espaços)</p>
<p>Uma parte dos conteúdos programáticos da disciplina foi introduzida na disciplina de Física das Construções, sendo agora alvo de análise em profundidade. Os fenómenos de propagação do som são introduzidos nos capítulos iniciais da disciplina, contribuindo para a compreensão dos conceitos e dos mecanismos inerentes ao condicionamento acústico de espaços interiores, ao isolamento acústico a sons aéreos e a sons de percussão, e à análise da propagação/minimização do ruído de tráfego, abordados em capítulos subsequentes. De forma complementar à análise fenomenológica, em cada tópico procura-se analisar a legislação aplicável, nas vertentes de ruído ambiente e de acústica de edifícios, procurando ainda explorar técnicas e procedimentos normativos e de cálculo aplicáveis a ensaios acústicos específicos. São também estudados o comportamento e o desempenho dos materiais e soluções construtivas adotados de modo a dotar os alunos de conhecimentos com caráter de atualidade e aplicação prática.</p>
<p><b>Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's objectives</b> (ver nota anterior. Introduzir texto em inglês)</p>
<p>Part of the syllabus of the curricular unit has been previously introduced in Building Physics unit. Thus, most of these contents are now the focus of more in-depth analysis. The phenomena of sound propagation are introduced in the first chapters, stimulating the understanding and acquisition of concepts and mechanisms of topics discussed in subsequent chapters, such as acoustic conditioning of interior spaces, airborne and impact sound insulation, and analysis of the propagation / minimization of traffic noise. Complementing the phenomenological analyses in each topic, the applicable legislation will be analyzed in the areas of environmental noise and building acoustics, as well as specific noise tests that will be described and evaluated. There will also be studied the behavior and performance of materials and constructive solutions adopted for the acoustic correction and insulation of built spaces and for the mitigation of the traffic noise propagation effects near important routes.</p>
<p><b>22. Métodos de ensino</b> (600 carateres disponíveis incluindo espaços)</p>
<p>As aulas serão essencialmente Teórico-Práticas, em que se intercala a exposição, com recurso a meios audiovisuais, dos conceitos e teoria, com a resolução de exercícios que enquadrem os alunos com a matéria. Sempre que possível, irão sendo colocadas questões aos alunos, na sequência dos conhecimentos transmitidos, de forma a conduzi-los a novos conhecimentos. Nestas aulas, haverá ainda a resolução de exercícios práticos pelos alunos, sob orientação do docente. Os alunos terão ainda uma aula laboratorial, para tomarem contacto com equipamento e procedimentos de medições e ensaios acústicos.</p>
<p><b>Teaching methods</b> (ver nota anterior. Introduzir texto em inglês)</p>
<p>The classes will be mainly theoretical and practical, where concepts and theory will be lectured, using projection audio-visual media, as well as practical application exercises will be demonstrated. When possible, questions in the same topics will be addressed to the students leading them to new knowledge. In the same classes, application problems will be solved by the students, under the teacher supervision. There will be a laboratorial class, permitting demonstration and operation with equipment and procedures used in acoustic tests.</p>
<p><b>23. Adequação das metodologias de ensino e das didáticas aos objetivos de aprendizagem da unidade curricular</b> (1000 carateres disponíveis incluindo espaços)</p>
<p>Em face dos objetivos estabelecidos para a unidade curricular, considera-se que a lecionação de aulas presenciais Teórico-Práticas, intercalando a exposição de conteúdos teóricos com a resolução de exercícios, será uma opção adequada no sentido de dotar os alunos de competências relacionadas com: a aquisição de novos conhecimentos e competência para a sua aplicação na resolução de problemas; capacidades de análise e raciocínio crítico e aptidões para trabalhar em equipa; e competências em aplicar na prática os conhecimentos teóricos, e em sistematizar e investigar novos conhecimentos. Contribui igualmente para a aquisição daquelas competências a realização de um trabalho de síntese e respetiva apresentação numa aula para o restante grupo de alunos da disciplina. Também a análise de documentos legislativos, a abordagem a casos de estudo e o contacto em aula laboratorial com equipamentos e procedimentos de ensaios complementam as estratégias adotadas na disciplina.</p>
<p><b>Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes</b> (1000 carateres disponíveis incluindo espaços)</p>
<p>In accordance to the objectives established for the curricular unit, the Theoretical and Practical classes, where lecturing theoretical contents alternates with the resolution of practical exercises, are considered as an appropriate strategy to provide students with skills related to: the acquisition of new knowledge and skills in problem solving, analyze and have critical thinking skills and to work as a team, and develop skills in applying</p>

knowledge in practice, and systematize and investigate new knowledge. The development of a group work of synthesis/monograph and its presentation in class for the remaining group of students also contributes to the acquisition of those mentioned skills. Similarly, the analysis of legislative documents, the approach to practical case studies and the laboratory contact with equipment and procedures for noise tests, complement the strategies adopted in the discipline.

**24. Métodos de avaliação | Assessment method** (*assinalar, em percentagem, os métodos de avaliação utilizados, devendo a respetiva soma dar 100%; 400 carateres disponíveis incluindo espaços*)

**Exame | Exam:**

**Frequência | Midterm exam:** 80%

**Mini Testes | Test:**

**Projeto | Project:**

**Relatório de seminário ou visita de estudo | Seminar or study visit report:**

**Resolução de problemas | Problem resolving report:**

**Trabalho de Investigação | Research work:**

**Trabalho de síntese | Synthesis work:** 20%

**Trabalho laboratorial ou de campo | Fieldwork or laboratory work:**

**Outra | Other:**

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

- [1] Tadeu, A., Mateus, D., António, J., Godinho, L., Amado Mendes, P., "Acústica Aplicada", apontamentos de apoio à disciplina, DEC-FCTUC, 2010.
- [2] Patrício, J., "Acústica nos Edifícios", 7ª ed., Engebook, 2018.
- [3] Vigran, T.E., "Building Acoustics", Taylor & Francis, 2008.
- [4] Domingues, O., "A acústica nos edifícios: materiais e sistemas absorventes sonoros: coeficientes de absorção sonora", LNEC, 2005.
- [5] Domingues, O., "A acústica nos edifícios: pavimentos e revestimentos de pavimentos, isolamento a sons de percussão", LNEC, 2008.
- [6] Harris, C.M. (ed.), "Handbook of noise control", McGraw-Hill, 1957.
- [7] Josse, R., "Notions d'acoustique : à l'usage des architectes, ingénieurs et urbanistes", Ed. Eyrolles, 1977.
- [8] Meisser, M., "Acustica de los edificios", Ed. Técnicos Asociados, 1973.
- [9] Martins da Silva, P., "Acústica de edifícios", Informação técnica. Edifícios, 8, LNEC, 1978.
- [10] Martins da Silva, P., "Projecto de condicionamento acústico de edifícios", LNEC, 2006.