

FICHA DE UNIDADE CURRICULAR **(versão A3ES 2023 – 2028)**

Caracterização da Unidade Curricular

1. Duração

Semestral

2. Horas de trabalho¹

135

3. Créditos ECTS

5

4. Designação da unidade curricular. (1.000 caracteres).

Monitorização e Métodos de Análise em Engenharia Civil

Monitoring and Analysis Methods in Civil Engineering

5. Objetivos de aprendizagem e sua compatibilidade com o método de ensino (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes). (1.000 caracteres).

1. Ao nível teórico-prático os objetivos são:

- a. Assimilar a monitorização como um procedimento emergente nos processos de transição digital na engenharia civil, no séc. XXI.
- b. Conhecer os conceitos e tecnologias base aplicáveis aos processos de monitorização em engenharia.
- c. Identificar as melhores abordagens e práticas de construção de modelos de análise de dados em engenharia civil, caracterizando as suas vantagens e dificuldades.
- d. Familiarizar os estudantes com casos práticos de monitorização na área da engenharia civil.

2. Ao nível laboratorial os objetivos são:

- a. Obtenção de competências para a definição e estruturação de modelos de dados.
- b. Obtenção de competências base para criação de modelos digitais de análise de dados.
- c. Obtenção de competências base para a criação de dashboards de monitorização e/ou apoio à decisão e/ou de cenários de análise e otimização.

5. Learning objectives and their compatibility with the teaching method (knowledge, skills and competences to be developed by the students). (1.000 characters).

1. At a theoretical-practical level, the learning outcomes are:

- a. Assimilate monitoring as an emerging procedure in digital transition processes in civil engineering in the 21st century.
- b. Know the basic concepts and technologies applicable to engineering monitoring processes.

¹ Número total de horas de trabalho.

- c. Identify the best approaches and practices for building data analysis models in civil engineering and identify their advantages and drawbacks.
- d. Familiarize students with practical monitoring cases in the civil engineering arena.

2. At the laboratory level, the learning outcomes :

- a. Obtaining skills for defining and structuring data models.
- b. Obtaining basic skills for creating digital data analysis models.
- c. Obtaining basic skills for creating monitoring and/or decision support dashboards and/or analysis and optimization scenarios.

6. Conteúdos programáticos. (1.000 carateres).

A. Teórico-prático:

1. Definição e objetivos da monitorização. Diferença face à inspeção e outras formas de recolha de dados.
2. Evolução dos processos de monitorização na engenharia civil. As novas tecnologias digitais. O impacto do 5G.
3. Modelos de monitorização e formas de recolha de dados (local, transmissão, edge computing, etc).
4. Apresentação de casos de monitorização em vários domínios da engenharia civil: monitorização de tráfego, de estruturas, de sistemas hidráulicos, sistemas construtivos e outros.

B. Laboratorial:

1. Noções de estruturas e modelos de dados.
2. Modelos simples em Excel: tabelas, tabelas dinâmicas, dashboards, Power Query, Power Pivot, VBA, criação e otimização de cenários.
3. Modelos avançados em MatLab e Python
4. Criação de modelo de análise, apoio à decisão e otimização: dashboards de análise de tráfego, de análise bilhética, modelos de análise de frequência de estruturas, de avaliação da qualidade do ar interior, de caracterização hidrológica, etc.

6. Syllabus. (1.000 characters).

A. Theoretical-practical:

1. Definition and objectives of monitoring. Differences between monitoring and inspections and other forms of data collection.
2. Evolution of monitoring processes in civil engineering. New digital technologies. The impact of 5G.
3. Monitoring models and forms of data collection (local, transmission, edge computing, etc.).
4. Presentation of monitoring cases in several areas of civil engineering: monitoring of traffic, structures, hydraulic systems, construction systems and others.

B. Laboratory:

1. Understanding data structures and models.
2. Simple Excel models: tables, pivot tables, dashboards, Power Query, Power Pivot, VBA, scenario creation and optimization.
3. Advanced models in MatLab and Python.

4. Creation of analysis, decision support and optimization models: traffic analysis dashboards, ticketing analysis, structural frequency analysis models, indoor air quality assessment, hydrological characterization models, etc.

7. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular. (1.000 caracteres).

Com o capítulo A.1 pretende-se atingir os objectivos 1.a e 1.b

Com o capítulo A.2 pretende-se atingir os objectivos 1.b e 1.c

Com o capítulo A.3 pretende-se atingir o objectivo 1.c

Com o capítulo A.4 pretende-se atingir o objectivo 1.d (e 1.c indiretamente)

Com o capítulo B.1 pretende-se atingir o objectivo 2.a

Com o capítulo B.2 e B.3 pretende-se atingir o objectivo 2.b e 2.c

Com o capítulo B.4 pretende-se atingir o objectivo 2.c

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

Chapter A.1 is intended to achieve objectives 1.a and 1.b

Chapter A.2 is intended to achieve objectives 1.b and 1.c

Chapter A.3 is intended to achieve objective 1.c

Chapter A.4 is intended to achieve objective 1.d (and 1.c indirectly)

Chapter B.1 is intended to achieve objective 2.a

Chapter B.2 and B.3 are intended to achieve objectives 2.b and 2.c

Chapter B.4 is intended to achieve objective 2.c

8. Metodologias de ensino e de aprendizagem específicas da unidade curricular articuladas com o modelo pedagógico. (3.000 caracteres).

1. Aulas Teórico-práticas: projeção de slides com conceitos teóricos e apresentação de casos práticos de monitorização para consolidação dos conceitos teóricos. Todos os elementos são disponibilizados aos estudantes através de plataforma web.

2. Aulas Laboratoriais: são desenvolvidos dois trabalhos de grupo onde os conceitos adquiridos são aplicados. Os trabalhos de grupo são completados pelos alunos em trabalho autónomo e horário de apoio/contacto ao longo do semestre.

8. Teaching and learning methodologies specific to the curricular unit articulated with the pedagogical model. (3.000 characters).

1. Theoretical-practical classes: slides projections of theoretical concepts and presentation of monitoring case studies to consolidate concepts. All elements are made available to students through a web platform.

2. Laboratory classes: two teamwork are developed, in which the acquired concepts are applied. Teamwork is complemented by students' independent work and support/contact hours throughout the semester.

9. Avaliação. (3.000 caracteres).

Avaliação de conhecimentos distribuída sem exame final:

1. Avaliação distribuída pedagogicamente fundamental: dois trabalhos de laboratório informático (TLab1 e TLab2) e um teste único (TU), com nota mínim de 9,50 em cada instrumento de avaliação

2. Classificação Final: 30%TU + 70% (TLab1+TLab2), (min 9,50).

O peso da nota de cada trabalho será definido no início de cada semestre, em função da natureza e dimensão prática dos trabalhos desse semestre, podendo valer entre min 25% e máx 45% cada, num total de 70% da nota.

9. Assessment. (3.000 characters).

Distributed knowledge assessment without final exam:

1. Distributed assessment pedagogically fundamental: two software lab assignments (TLab1 and TLab2) and a single test (TU), with a minimum grade of 9.50 in each assessment instrument.

2. Final Classification: 30%TU + 70% (TLab1+TLab2), (min 9.50).

The weight of the grade for each assignment will be defined at the beginning of each semester, depending on the nature and practical dimension of the assignments for that semester, and may be worth between min 25% and max 45% each, for a total of 70% of the final mark.

10. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular. (3.000 carateres).

As metodologias e estratégias de ensino usadas para a assimilação das competências teórico-práticas são:

- Incentivo à leitura de documentação técnica sobre os temas desenvolvidos nas aulas;
- Aula(s) teórico-práticas sobre cada um dos temas, com recurso a PowerPoint, nas quais são apresentados casos práticos de monitorização, que serão discutidos com os alunos;
- Incentivo ao estudo autónomo e aprofundamento dos conhecimentos sobre tecnologias digitais aplicadas na UC;
- Disponibilização de informação complementar a ser recolhida no mercado sobre as empresas que efetuam monitorização em engenharia civil, com indicação de casos reais;

As metodologias e estratégias de ensino usadas para a assimilação das competências laboratoriais são:

- Sensibilização dos alunos para a importância que a angariação de competências na área das tecnologias digitais e sistemas de informação tem para os engenheiros civis do séc. XXI.
- Incentivo à aprendizagem autónoma das tecnologias digitais a serem utilizadas: Excel avançado, Power BI, Python, MathLab, etc.;
- Incentivo à formação autónoma nas tecnologias digitais a serem utilizadas;

- Desenvolvimento de um primeiro trabalho de grupo com base nas ferramentas Excel e/ou Power BI, que verse um dos temas de monitorização apresentado nas aulas teórico-práticas;
- Desenvolvimento de um segundo trabalho de grupo, mais aprofundado, com base nas ferramentas anteriores e VBA, Python, MathLab ou outras ferramentas equivalentes. Este trabalho deve versar um outro tema de monitorização apresentado nas aulas teórico-práticas;
- Acompanhamento através de contactos extralectivos (e-mails + pastas partilhadas) e de aulas de apoio, do desenvolvimento da componente prática dos trabalhos.

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

The teaching methodologies and strategies used for the assimilation of theoretical-practical skills are:

- Encouragement to read technical documentation on the topics developed in classes;
- Theoretical-practical classes on each of the topics, using PowerPoint, in which practical monitoring cases are presented and discussed with the students;
- Encouragement of independent study and deepening of knowledge about digital technologies applied in the UC;
- Provision of complementary information to be collected in the market about companies that carry out monitoring in civil engineering, with the illustration of real cases;

The teaching methodologies and strategies used to assimilate laboratory skills are:

- Raising students' awareness of the importance of acquiring skills in the area of digital technologies and information systems for 21st-century civil engineers.
- Encouraging autonomous learning of the digital technologies to be used: advanced Excel, Power BI, Python, MathLab, etc.;
- Encouragement of autonomous training in the digital technologies to be used (for example, by attending additional online courses);
- Development of one first teamwork based on Excel and/or Power BI tools, which addresses one of the themes presented in the theoretical-practical classes;
- Development of a second, more in-depth teamwork, based on the previous tools and VBA, Python, MathLab, or other equivalent tools. This work must address a different monitoring theme;
- Follow-up, through extracurricular contacts (emails + shared folders) and support classes, the development of the practical component of the work

11. Bibliografia de consulta/existência obrigatória. (1.000 carateres).

A. Aulas Teórico-práticas:

Chen H.P., Ni Y.Q., 2018, Structural Health Monitoring of Large Civil Engineering Structures, DOI:10.1002/9781119166641.

Harrou F., Zeroual A., Hittawe M.M., Sun Y., Road Traffic Modeling and Management Using Statistical Monitoring and Deep Learning, 2021, ISBN 9780128234334, 0128234334

Ocampo-Martínez C., Cembrano G., Quevedo J., Pérez R., Escobet T., PuigReal V.,
Monitoring and Operational Control of Drinking-Water Systems, 2017, ISBN
9783319507514

B. Aulas de Laboratório:

Ferrari A., Russo M., Analyzing Data with Microsoft Power BI and Power Pivot for Excel,
2017, ISBN: 978-1-5093-0276-5

O'Connor E., Microsoft Power BI Dashboards, 2019, Microsoft Press, ISBN: 1-509-
30803-2

<https://www.python.org/>, Tutoriais e outros elementos de Python

<https://www.mathworks.com/products/matlab.html>, Tutoriais e outros elementos de
MathLab

[https://learn.microsoft.com/pt-br/office/vba/library-reference/concepts/getting-
started-with-vba-in-office](https://learn.microsoft.com/pt-br/office/vba/library-reference/concepts/getting-started-with-vba-in-office), Tutoriais de VBA

12. Observações. (1.000 caracteres).

12. Remarks. (1.000 characters).