
Ano Letivo 2019-20

Unidade Curricular MODELAÇÃO HIDRÁULICA E HIDROLOGIA

Cursos NOVAS TECNOLOGIAS APLICADAS AO CICLO URBANO DA ÁGUA (*)
CICLO URBANO DA ÁGUA (2.º Ciclo) (*)

(*) Curso onde a unidade curricular é opcional

Unidade Orgânica Instituto Superior de Engenharia

Código da Unidade Curricular 17431004

Área Científica ENGENHARIA CIVIL

Sigla

Línguas de Aprendizagem Português / Inglês

Modalidade de ensino Aulas T, TP e OT

Docente Responsável Flávio Augusto Bastos da Cruz Martins

DOCENTE	TIPO DE AULA	TURMAS	TOTAL HORAS DE CONTACTO (*)
Flávio Augusto Bastos da Cruz Martins	OT; T; TP	T1; TP1; OT1	3,8T; 7,5TP; 3,8OT
Rui Miguel Madeira Lança	OT; T; TP	T1; TP1; OT1	3,8T; 7,5TP; 3,8OT

* Para turmas lecionadas conjuntamente, apenas é contabilizada a carga horária de uma delas.

ANO	PERÍODO DE FUNCIONAMENTO*	HORAS DE CONTACTO	HORAS TOTAIS DE TRABALHO	ECTS
1º	S1	9,5T; 15TP; 8OT	84	3

* A-Anual;S-Semestral;Q-Quadrimestral;T-Trimestral

Precedências

Sem precedências

Conhecimentos Prévios recomendados

Utilização básica do Sistema Operativo Microsoft Windows

Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências)

O aluno ficará apto a utilizar modelos numéricos para resolver problemas avançados e realistas de hidráulica e de hidrologia. Compreenderá os conceitos associados à modelação de sistema hidráulicos e hidrológicos e dos fenómenos de transporte; identificará os processos de uma equação de transporte (E.T.) genérica, saberá discretizar uma E.T. usando o método dos volumes finitos; compreenderá as propriedades numéricas e as limitações dos métodos e saberá explicar e controlar os fenómenos de instabilidade e de difusão numérica. Conhecerá soluções de projeto para sistemas urbanos de drenagem.

Do ponto de vista prático o estudante será capaz de aplicar estes conceitos usando sistemas existentes de modelação hidráulica e hidrológica aplicados a bacias hidrográficas, escoamentos superficiais e redes de drenagem. Estará ainda apto a simular transporte de poluentes usando as abordagens Euleriana e Lagrangiana.

Conteúdos programáticos

1. Modelação Hidráulica

Transporte de uma propriedade genérica; aplicação ao transporte de propriedades reais; discretização do domínio físico; discretização do domínio do tempo; tipos de métodos numéricos; aplicação do método dos volumes finitos; propriedades numéricas dos métodos. Aplicações práticas usando o sistema MOHID.

2. Modelação Hidrológica

Modelos hidrológicos: Conceitos de modelação hidrológica; processos hidrológicos; dados hidrológicos; noção de tempo de concentração; curvas de possibilidade udométrica; considerações sobre alterações climáticas.

Modelação de sistemas de drenagem urbana: Noções de escoamento em superfície livre; o código português para a conceção de sistemas pluviais (DR23/95); topologia das redes de drenagem urbana; conceção dos sistemas de drenagem, dados de base e formalização dos problemas para análise; resolução de problemas utilizando o SWMM; dimensionamento de sistemas novos e reabilitação de sistemas existentes.

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

A UC encontra-se dividida em duas partes: a modelação hidráulica e hidrológica. Em cada parte os problemas associados à modelação são colocados do ponto de vista formal e as soluções numéricas são posteriormente desenvolvidas. Esta secção mais conceptual no início de cada parte tem como objetivo preparar os alunos para as atividades práticas de resolução dos problemas que lhes seguem. Para esse fim serão utilizados programas informáticos já desenvolvidos e largamente usados pela comunidade de modelação internacional. Os modelos atrás referidos serão apresentados aos alunos e serão usados na sala de aula para resolver exemplos reais. Devido ao carácter didático requerido nas simulações serão propostos aos alunos exemplos conceptuais, com tempos de cálculo reduzidos, mas que contenham todos os componentes básicos possíveis de se encontrarem na realidade. Atendendo ao carácter prático da UC propõe-se uma avaliação que privilegia a resolução prática de problemas usando os modelos.

Metodologias de ensino (avaliação incluída)

Para a parte teórica da unidade curricular serão utilizadas aulas expositivas clássicas com recurso a material didático digital (especialmente apresentações e filmes). Serão também usadas folhas de cálculo para introduzir conteúdos específicos. A parte prática da unidade curricular decorrerá num laboratório de informática usando uma metodologia prática que permita aos alunos interagir com os modelos e construir eles próprios as soluções. O docente guiará os alunos através do processo ajudando-os a criar e desenvolver os projetos.

A avaliação será composta por dois trabalhos práticos com relatório. Os dois trabalhos práticos utilizarão os modelos para resolver problemas realistas propostos pelos docentes. Um dos trabalhos práticos terá como objetivo a resolução de um problema de hidráulica e o outro trabalho resolverá um problema de hidrologia. A classificação final será obtida pela média dos dois relatórios, que terão igual peso no cálculo da nota.

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

Os objetivos de aprendizagem da UC visam as competências práticas para resolver problemas reais de hidráulica e hidrologia, usando sistemas de modelação existentes. Para isso os alunos necessitam de um conhecimento sólido nas bases teóricas e nas leis que regem os fenómenos físicos a simular e nos métodos numéricos a utilizar. As metodologias de ensino propostas satisfazem estes dois requisitos: as aulas expositivas permitem a introdução das noções teóricas necessárias a uma compreensão integral das abordagens teóricas e dos métodos numéricos utilizados. A parte prática da UC decorre num ambiente de laboratório informático permitindo aos alunos desenvolverem por si, com a ajuda dos docentes, os projetos de modelação propostos. Esta metodologia permitirá enfrentar os problemas usuais associados à modelação numérica e irá fornecer-lhes as ferramentas necessárias para identificarem os problemas, compreende-los e procurar as soluções

Bibliografia principal

- Abbott, M.; D. Basco, (1989). *Computational fluid dynamics: an introduction for engineers*. Longman Scientific & Technical. UK.
- BMT WBM Pty Ltd. (2009). *Evaluating Options for Water Sensitive Urban Design: A National Guide*. Joint Steering Committee for Water Sensitive Cities: Brisbane, Australia.
- Chow, V.T; Mays, L.; Maidment, D. (1988). *Applied hydrology*. McGraw-Hill. US.
- Elliott, A.H.; Trowsdale, S.A. (2007). A review of models for low impact urban stormwater drainage. *Environ. Model. Softw.* 2007, 22, 394-405.
- Versteeg, H.K.; Malalasekera, W., (2007). *An introduction to computational fluid dynamics. The finite volume method*, 2nd. Ed., Pearson, UK.
- Woods-Ballard, B.; Kellagher, R.; Martin, P.; Jefferies, C.; Bray, R.; Shaffer, P.; Kellagher, R. (2007). *The SUDS Manual (C697)*. Construction Industry Research & Information Association (CIRIA): London, UK.

Manuais dos sistemas SWMM e MOHID.

Academic Year 2019-20

Course unit HYDRAULIC AND HYDROLOGIC MODELLING

Courses NOVAS TECNOLOGIAS APLICADAS AO CICLO URBANO DA ÁGUA (*)
URBAN WATER CYCLE (*)

(*) Optional course unit for this course

Faculty / School INSTITUTE OF ENGINEERING

Main Scientific Area ENGENHARIA CIVIL

Acronym

Language of instruction Portuguese / English

Teaching/Learning modality T, TP and OT Classes

Coordinating teacher Flávio Augusto Bastos da Cruz Martins

Teaching staff	Type	Classes	Hours (*)
Flávio Augusto Bastos da Cruz Martins	OT; T; TP	T1; TP1; OT1	3,8T; 7,5TP; 3,8OT
Rui Miguel Madeira Lança	OT; T; TP	T1; TP1; OT1	3,8T; 7,5TP; 3,8OT

* For classes taught jointly, it is only accounted the workload of one.

Contact hours

T	TP	PL	TC	S	E	OT	O	Total
9,5	15	0	0	0	0	8	0	84

T - Theoretical; TP - Theoretical and practical ; PL - Practical and laboratorial; TC - Field Work; S - Seminar; E - Training; OT - Tutorial; O - Other

Pre-requisites

no pre-requisites

Prior knowledge and skills

Basic Microsoft Windows Operative System

The students intended learning outcomes (knowledge, skills and competences)

After completing this unit the student will be able to use numerical models to solve advanced hydraulic and hydrologic real life problems, *e.g.* understand the concepts of a hydrologic system model and transport phenomena; identify different processes in a generic transport equation (T.E.); discretize T.E. by the finite volume method; understand numerical properties and limitations of the methods; understand the concepts of stability, convergence and numerical diffusion; understand the basic processes present in hydrologic and hydraulic systems; take contact with the basic processes controlling biogeochemical cycles and primary production; take contact with design solutions for urban water drainage systems.

From the practical point of view, the student will be able to apply these concepts using existing modeling software to simulate hydraulic shallow water, watershed and flow routing processes and also to simulate pollutant transport using Eulerian and Lagrangian approaches.

Syllabus

1. Hydraulic Modeling

Transport of a generic property. Application to the transport of properties. Discretization of the physical domain. Discretization of the time domain. Types of numerical methods. Application of the finite volume method. Numerical properties of the methods. Practical Application with MOHID system

2. Hydrologic Modeling

Hydrologic models: Concepts of hydrologic modelling; hydrologic processes; hydrologic data; time of concentration in urban basins; precipitation intensity-duration-frequency curves; considerations about climate change.

Urban drainage systems: Elements of free surface flows; the Portuguese code for the design of urban water systems (DR23/95); topology of the urban drainage systems; design of drainage systems, required data and problem formulation; resolution of problems using SWMM; design of new systems and rehabilitation of existing systems.

Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives

The unit is divided in two parts addressing the two main subjects: Hydraulic and hydrologic modeling. In each of the parts the conceptual problem is posed and the characteristic processes are analyzed from the numerical point of view. A review of numerical analysis concepts is provided at the beginning to balance the knowledge amongst students with different backgrounds. This more conceptual section in each of the unit parts is not planned as an objective in itself; it is rather directed to prepare the students for practical problem solving activities. For that purpose existing software packages will be presented to the students as tools to solve real life problems. The students will learn to use that software and will use it in simplified projects resembling and containing the basic features of real life problems. Supporting the applied character of the unit an evaluation methodology based in the solution of hypothetical problems based on those simplified projects is proposed.

Teaching methodologies (including evaluation)

For the theoretical part of the unit traditional expositive classes will be used, recurring to digital presentations and a set of digital movies. Spread sheet software will be used to introduce specific contents. The practical part of the unit will be conducted in a computer laboratory environment using tutorial and hands on methodologies. The students will be guided on using software packages to create the projects and solve the problems.

The evaluation will be done based on the reports of the work conducted by the students and the results obtained in the solution of proposed problems using the software packages. Each student will deliver two reports, addressing hydraulic and hydrologic problems. The two elements will have the same weight in the final classification.

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

The learning objectives of the unit aim towards the practical ability to solve real life hydraulic and hydrologic problems using existing software systems. On the path to that objective, a solid understanding of the theoretical background about the real world physics and numerical methods is required. The teaching methodologies satisfy these two requirements: the expositive lectures enable the introduction of conceptual notions needed to a full understanding of the conceptual approaches and numerical models, even if the final aim is the use of existing systems and not the creation of new software. The practical hands on part will allow the students to face the usual problems encountered when using numerical models and will give them the tools to identify the problems, understand it and seek for their solution. The final examination will be a milestone for the student preparation and to demonstrate the acquired knowledge

Main Bibliography

- Abbott, M.; D. Basco, (1989). *Computational fluid dynamics: an introduction for engineers*. Longman Scientific & Technical. UK.
- BMT WBM Pty Ltd. (2009). *Evaluating Options for Water Sensitive Urban Design: A National Guide*. Joint Steering Committee for Water Sensitive Cities: Brisbane, Australia.
- Chow, V.T; Mays, L.; Maidment, D. (1988). *Applied hydrology*. McGraw-Hill. US.
- Elliott, A.H.; Trowsdale, S.A. (2007). A review of models for low impact urban stormwater drainage. *Environ. Model. Softw.* 2007, 22, 394-405.
- Versteeg, H.K.; Malalasekera, W., (2007). *An introduction to computational fluid dynamics. The finite volume method*, 2nd . Ed., Pearson, UK.
- Woods-Ballard, B.; Kellagher, R.; Martin, P.; Jefferies, C.; Bray, R.; Shaffer, P.; Kellagher, R. (2007). *The SUDS Manual (C697)*. Construction Industry Research & Information Association (CIRIA): London, UK.

Manuals of the software SWMM and MOHID.