

### Ficha de Unidade Curricular (FUC)

<b>Curso</b>	LICENCIATURA EM ENGENHARIA CIVIL		
<b>Unidade Curricular</b>	HIDRÁULICA II	Obrigatória	<input checked="" type="checkbox"/>
		Opcional	<input type="checkbox"/>
<b>Área Científica</b>	ENGENHARIA CIVIL	Classificação	C

Classificação da unidade curricular: B - Ciências de base de engenharia; C - Ciências de engenharia; E - Ciências de Especialidade; P - Ciências complementares.

Ano: 2º	Semestre: 4º	ECTS: 5,5	Total de horas: 148
Horas de Contacto	T:	TP: 67,5	PL: S: OT:

T - Teórica; TP - Teórico-prática; PL - Prática Laboratorial; S - Seminário; OT - Orientação Tutorial.

Docente Responsável	Grau/Título	Categoria
<b>Luís Carlos Pais Vaz Tecedeiro</b>	Licenciado	Professor Adjunto

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

(máx. 1000 caracteres)

- 1 Saber caracterizar os diferentes tipos de escoamento com superfície livre, através de orifícios e de descarregadores e em meios porosos.
- 2 Calcular escoamentos com superfície livre (regime uniforme e permanente) em canais e secções circulares.
  - 2.1 Dimensionar secções – altura uniforme e crítica de secções simples, compostas e mistas.
  - 2.2 Calcular o regolho do regime permanente gradualmente variado.
  - 2.3 Calcular o ressalto hidráulico (alturas conjugadas, dissipação de energia, comprimento).
- 3 Calcular orifícios e descarregadores.
- 4 Conhecer os métodos de medição das grandezas hidráulicas.
- 5 Calcular relações caudais-rebaixamentos em aquíferos freáticos e artesianos
- 6 Descrever as turbomáquinas e caracterizar as suas condições de funcionamento.
  - 6.1 Calcular o ponto de funcionamento de bombas (isoladamente, em série ou em paralelo).
  - 6.2 Determinar o NPSH.

#### Conteúdos programáticos

(máx. 1000 caracteres)

- 1 Escoamentos com superfície livre. Escoamentos uniformes - Secções simples, fechadas, mistas e compostas.

Regolfo com caudal constante - Teorema de Bernoulli. Energia Específica. Controlo do escoamento. Tipos de curvas de regolfo. Casos e cálculo de regolfo  $c/$  caudal constante.

2 Orifícios (em parede delgada, de saída livre e submersos) e descarregadores (de parede delgada - rectangular ( $c/$  e sem contracção), trapezoidal (Cipolletti) e triangular – e de soleira espessa (desc. normal e horizontal).

3 Medições hidráulicas – caudal, velocidade, pressão e nível.

4 Escoamentos em meios porosos - Lei de Darcy. Permeabilidade. Movimentos unidireccionais e radiais.

5 Turbomáquinas hidráulicas – Tipos de turbinas e bombas. Suas condições de instalação. Número específico de rotações. Diagramas de funcionamento. Curvas características de bombas e de instalações. Funcionamento de bombas em paralelo e em série. Altura de aspiração. NPSH.

### **Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objectivos da unidade curricular**

(máx. 1000 caracteres)

Relação entre os conteúdos programáticos e os objectivos da unidade curricular:

Objectivo 1 obtido através do Conteúdo 1;  
Objectivo 2 obtido através do Conteúdo 1;  
Objectivo 2.1 obtido através do Conteúdo 1;  
Objectivo 2.2 obtido através do Conteúdo 1;  
Objectivo 2.3 obtido através do Conteúdo 1;  
Objectivo 3 obtido através do Conteúdo 2;  
Objectivo 4 obtido através do Conteúdo 3;  
Objectivo 5 obtido através do Conteúdo 4;  
Objectivo 6 obtido através do Conteúdo 5;  
Objectivo 6.1 obtido através do Conteúdo 5;  
Objectivo 6.2 obtido através do Conteúdo 5.

### **Metodologia de ensino (avaliação incluída)**

(máx. 1000 caracteres)

1 Aulas teóricas/teórico-práticas - exposição dos conteúdos programáticos, com exemplos.

Questões/problemas de aplicação a ser respondidas/realizados pelos alunos.

2 Trabalhos Práticos Laboratoriais:

A Escoamentos com superfície livre

-Altura uniforme

-Coef. de rugosidade

-Influência da rugosidade no escoamento

-Fórmula de Chézy - velocidade e caudal (escoamento uniforme)

-Dimensionamento de uma secção

-Curva de capacidade de vazão

- Escoamento em comporta
- Regimes rápido e lento
- Ressalto hidráulico
- B Descarregadores
  - de lâmina fina, rectangulares e em V
  - circular
  - de lâmina direita e tipo Bazin
  - de soleira espessa
- C Medição de caudal - canal Venturi
- D Curvas característica e condições de funcionamento de
  - uma bomba centrífuga
  - duas bombas centrífugas em série e em paralelo
- 3 Avaliação
  - Realização de trabalhos práticos laboratoriais, com entrega de relatório - 10% da nota final.
  - Exame final (nota > 10 val.) ou dois testes (nota > 8 val.) - 90% da nota final.

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

(máx. 3000 caracteres)

A exposição nas aulas teóricas, apoiada na projecção de transparências (posteriormente disponibilizadas aos alunos através da internet) permite transmitir aos alunos a informação teórica dos conteúdos programáticos. Os pontos 1, 4 e 6 dos objectivos de aprendizagem são assim atingidos desta forma e objecto de avaliação nos testes ou no exame final.

Para além disso, a análise de casos concretos e a resolução de problemas colocados nas aulas teórico-práticas permitem concretizar, reforçando e aplicando, as informações teóricas transmitidas. Assim sendo, os restantes pontos 2, 2.1, 2.2, 2.3, , 3, 6.1 e 6.2 dos objectivos de aprendizagem serão desta forma atingidos e objecto de avaliação nos testes ou no exame final.

Todo o processo de aprendizagem do conteúdo programático é objecto de aferição qualitativa permanente no decurso do período lectivo, através de perguntas e problemas colocados aos alunos, e de uma aferição quantitativa nos dois testes e no exame escrito.

Os trabalhos práticos laboratoriais a realizar pelos alunos cobrem grande parte do conteúdo programático, permitindo assim que os alunos consolidem a sua aprendizagem visualizando os fenómenos hidráulicos e, de forma maioritariamente independente do docente, ganhem competências na área da experimentação. Os respectivos relatórios finais são classificados e constituem uma percentagem (10%) da nota final.

**Bibliografia principal**

(máx. 1000 caracteres)

CHANSON, Hubert - The Hydraulics of Open Channel Flow: An Introduction. Oxford: Elsevier, 2004. ISBN 0-7506-5978-5

CHOW, Ven-Te - Open-Channel Hydraulics. Columbus: McGraw-Hill, 1959. ISBN 0-070-10776-9

FRENCH, Richard H. - Open-Channel Hydraulics. Columbus: McGraw-Hill, 1986. ISBN 0-070-66342-4

ISI IMPIANTI - Manual de Trabalhos Práticos Laboratoriais. Génova: Isi Impianti, 1980.



INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE LISBOA



ÁREA DEPARTAMENTAL DE ENGENHARIA CIVIL

LENCASTRE, Armando - Hidráulica Geral. Lisboa : ed. do autor, 1996. ISBN 972-95-8590-3

NELIK, Lev - Centrifugal and Rotary Pumps: Fundamentals with Applications. Boca Raton : CRC Press, 1999.  
ISBN 0-849-30701-5

QUINTELA, António de Carvalho – Hidráulica. Lisboa : Fundação Calouste Gulbenkian, 2000. ISBN 972-31-0775-9