



Mecânica de Fluidos

Apresentação da UC

Ano lectivo 2017-2018

ETCS: 6

Horas por semana: 5 h de aulas Teórico-Práticas (2.5 h + 2.5 h)

Docente responsável:

Prof.ª Associada [Maria do Rosário Cameira](#)

(roscameira@isa.ulisboa.pt)

Departamento de [Engenharia de Biosistemas](#) (secção de Eng.ª Rural)

[Pavilhão Anexo, 2º andar, Gabinete 10](#)

Telefone do gabinete: 21 351 3478

1

Regras de funcionamento da UC

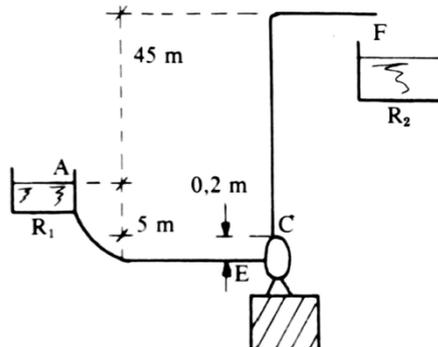
1. Objectivos da UC
2. Programa
3. Avaliação
4. Regras de funcionamento das aulas
5. Bibliografia recomendada
6. Atendimento aos alunos

2

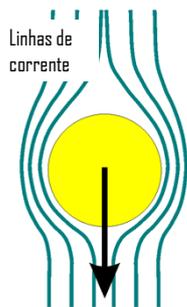
1. Objectivos da UC de Mecânica de Fluidos

Preparar os alunos para:

- o dimensionamento de estruturas de armazenamento e transporte (reservatórios, sistemas de tubagens sob pressão e canais) de águas limpas e de águas residuais;



3



Objectivos da UC de Mecânica de Fluidos

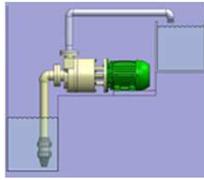


- ❑ Dimensionamento de estruturas para o tratamento físico primário de águas residuais (tanques de sedimentação, centrifugação, etc);





Bomba submersível

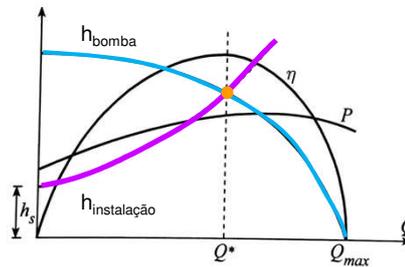
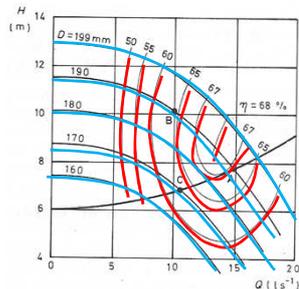


Bomba de sucção negativa (aspiração)



Bomba afogada ou de sucção positiva

➤ a escolha do sistema de bombagem mais eficiente para aplicação, em diferentes condições, a águas limpas e águas residuais;



5

2. Programa da UC Mecânica de Fluidos

☐ Programa geral da disciplina

Programa	Duração, semanas	Nº de aulas
1. Propriedades físicas dos fluidos (+ apresentação da UC) O que é a mecânica de fluidos; O conceito de fluido; Da natureza discreta ao tratamento contínuo; Principais propriedades físicas dos fluidos; Técnicas de análise do escoamento de fluidos	1	2
2. Estática dos fluidos Pressão hidrostática; distribuição de pressões Medição de pressões Impulsão: teorema de Arquimedes Forças exercidas em paredes verticais submersas	1	2
3. Cinemática dos fluidos Campos de escoamento Classificação espacial e temporal dos escoamentos	0.5	1
4. Dinâmica de Fluidos Fluidos perfeitos. Conceitos gerais. Equação geral do movimento; Lei da continuidade; Teorema de Euler; Teorema de Bernoulli.	1.5	3
1º Teste para avaliação contínua	0.5	1
5. Escoamentos sob pressão Fluidos reais. Generalização da Equação de Bernoulli. Velocidade média na secção: coeficiente de Coriolis Altura manométrica. Potência do escoamento. Rendimento Leis de resistência dos escoamentos uniformes; Aplicação aos fluidos não newtonianos.	3	6
6. Máquinas hidráulicas Turbinas; Bombas: características das bombas; diagrama de funcionamento das bombas e das instalações; ponto de funcionamento;	1	2
2º Teste para avaliação contínua	0.5	1
7. Escoamento em superfície livre Escoamentos uniformes; Dimensionamento de secções transversais de canais Noções sobre regolho com caudal constante e ressalto hidráulico. Regimes de escoamento crítico, torrencial e fluvial	1	2
8. Transporte sólido. Separadores sólido-líquido Teoria geral da sedimentação por gravidade Tipos de sedimentação Dimensionamento de tanques de sedimentação	2.5	5
3º Teste para avaliação contínua	0.5	1
Revisões	1.5	3
Total	14.5	29

6

❑ Programa detalhado (aulas teórico-práticas e aulas de laboratório)

1. INTRODUÇÃO. PROPRIEDADES FÍSICAS DOS FLUIDOS

- O que é a mecânica de fluidos; o conceito de fluido; da natureza discreta ao tratamento contínuo;
- Principais propriedades físicas dos fluidos;
- Técnicas de análise do escoamento de fluidos.

2. ESTÁTICA DOS FLUIDOS

- Pressão hidrostática; distribuição de pressões;
- Medição de pressões hidrostáticas;
- Impulsão: Teorema de Arquimedes;
- Forças exercidas em paredes verticais submersas.

7

3. CINEMÁTICA DOS FLUIDOS

- Campos de escoamento;
- Classificação espacial e temporal dos escoamentos.

4. DINÂMICA DE FLUIDOS

- Fluidos perfeitos. Conceitos gerais;
- Equação geral do movimento; Lei da continuidade; Teorema de Bernoulli, Teorema de Euler; **LAB 1**



*1º Teste para avaliação contínua (19 de Outubro)
Capítulos 1, 2, 3 e 4*

8

5. ESCOAMENTOS SOB PRESSÃO

- Fluidos reais. Generalização da Equação de Bernoulli.
- Velocidade média na secção: coeficiente de Coriollis;
- Altura manométrica. Potência do escoamento. Rendimento
- Leis de resistência dos escoamentos uniformes; **LAB 2**
- Aplicação aos fluidos não newtonianos.



6. MÁQUINAS HIDRÁULICAS

- Turbinas (breve referência);
- Bombas: características das bombas; diagrama de funcionamento das bombas e das instalações; ponto de funcionamento; bombas instaladas em série e em paralelo. **LAB**



2º Teste para avaliação contínua (20 de Novembro)

Capítulos 5 e 6

9

7. ESCOAMENTO EM SUPERFÍCIE LIVRE

- Escoamentos uniformes; Dimensionamento de secções transversais de canais;
- Noções sobre regolfo com caudal constante e ressalto hidráulico;
- Regimes de escoamento crítico, torrencial e fluvial.

8. SEPARAÇÃO SÓLIDO-LÍQUIDO

- Teoria geral da sedimentação por gravidade
- Tipos de sedimentação
- Dimensionamento de tanques de sedimentação



3º Teste para avaliação contínua (21 de Dezembro)

Capítulos 7 e 8

10

□ **Programação das aulas de laboratório**

<u>1ª aula de laboratório (2 relatórios)</u>	Data provável
<ul style="list-style-type: none"> • Comparação de métodos de medição de caudais; • Verificação experimental da equação de Bernoulli; 	16/10
<u>2ª aula de laboratório (2 relatórios)</u>	
<ul style="list-style-type: none"> • Verificação experimental das perdas de carga por fricção e localizadas; 	30/10
<u>3ª aula de laboratório (1 relatório)</u>	
<ul style="list-style-type: none"> • Velocidade de rotação de bombas centrífugas. 	13/11
<u>4ª aula de laboratório (1 relatório)</u>	
<ul style="list-style-type: none"> • Determinação experimental da velocidade de arrastamento viscoso 	?/12

- Os trabalhos experimentais são elaborados em grupos e os relatórios individualmente;
- Durante a realização dos trabalhos os alunos serão questionados acerca das metodologias aplicadas (notas individuais poderão ser diferentes entre alunos do mesmo grupo de trabalho);
- Os relatórios devem ser entregues até uma semana após a respectiva aula de laboratório.

11

□ **Calendarização das aulas e dos testes para avaliação contínua**

Aula	Semana	Dia	Matéria	
1	1	18-set	Apresentação da UC	
2		21-set	Propriedades físicas dos fluidos	
3	2	25-set	Estática dos Fluidos/estática fluidos	2 aulas
4		28-set	Conceitos de hidrodinâmica. Conceitos de hidrodinâmica; continuidade	
5	3	02-out	Euler/Bernoulli	2 aulas
6		05-out	Feriado	
7	4	09-out	sem aula	
8		12-out	sem aula	
9	5	16-out	Aula de Laboratório nº 1: verificação experimental da lei da continuidade e da Eq. Bernoulli/Revisões	
10		19-out	1º Teste	

12

UC Mecânica de Fluidos / 2º ciclo de Eng. Ambiente
M.ª Rosário Cameira / Departamento de Eng.ª Biosistemas

11	6	23-out	Escoamento de fluidos reais
12		26-out	Perdas de carga contínuas em escoamento sob pressão
13	7	30-out	Aula de Laboratório nº 2: medição das perdas de carga em escoamento sob pressão
14		02-nov	Perdas de carga singulares em escoamento sob pressão
15	8	06-nov	Bombas Hidráulicas
16		09-nov	Bombas hidráulicas
17	9	13-nov	Aula de Laboratório_Bombas
18		16-nov	Revisões
19	10	20-nov	2º Teste para avaliação contínua
20		23-nov	Escoamento em Superfície livre
21	11	27-nov	Escoamento em Superfície livre
22		30-nov	Separação sólido líquido Tipo 1
23	12	04-dez	Separação sólido líquido Tipo 1 (conclusão). Aplicações
24		07-dez	Separação sólido líquido Tipo 2, 3 e centrifugação
25	13	11-dez	Dimensionamento tanques sedimentação
26		14-dez	Dimensionamento tanques sedimentação
27	14	18-dez	Revisões
		21-dez	3º Teste para avaliação contínua

13

UC Mecânica de Fluidos / 2º ciclo de Eng. Ambiente
M.ª Rosário Cameira / Departamento de Eng.ª Biosistemas

3. Avaliação de conhecimentos

- Obtenção de frequência
 - 75 % de presenças nas aulas Teórico-Práticas
 - entrega de 4 em 5 relatórios referentes às aulas de laboratório.
- Avaliação

Os alunos podem optar por dois tipos de avaliação:

 - Avaliação contínua ou
 - Exame final

14

a) Avaliação contínua:

- Dois testes a realizar nos dias indicados na presente aula;
- parte teórica (7 valores) com nota mínima de 2 valores
- parte prática (13 valores) com nota mínima de 6 valores
- Duração de 2.5 h;
- São realizados sem consulta (serão fornecidas tabelas para consulta e um formulário, caso se justifique).

$$\text{Nota final} = 0.75 \times \text{média dos Testes} + 0.25 \text{ Relatórios}$$

O aluno obterá aprovação se a nota final for igual ou superior a 10 valores.

Nota: para que a nota dos testes seja validada têm que ser cumpridos os requisitos para a obtenção de frequência definidos anteriormente.

15

b) exame final:

- todos os alunos que tenham obtido frequência à disciplina e que não tenham realizado os testes de avaliação contínua ou que os tendo realizado não obtiveram nota mínima em algum deles;
- sem consulta;
- datas a definir posteriormente;
- duração de 2.5 h;
- parte teórica (7 valores) com nota mínima de 2 valores;
- parte prática (13 valores) com nota mínima de 6 valores;

$$\text{Nota final} = 0.75 \text{ Exame} + 0.25 \text{ Relatórios}$$

16

4. Regras de funcionamento das aulas (dos and don'ts)

- Ser pontual;
- Trazer elementos de consulta para as aulas: tabelas, fórmulas, enunciados;
- Trazer máquina de calcular para todas as aulas;
- Ter uma atitude de envolvimento e participação;
- Dar feedback ao docente sobre o modo como decorrem as aulas;
- Não reacear pedir ajuda ao docente, dentro da aula e/ou no horário de atendimento;
- Ter uma atitude de respeito pelos colegas e professor (por ex: não sair durante a aula sem justificação);
- Ter uma atitude de honestidade académica;

17

5. Bibliografia

Bibliografia principal:

- Quintela, António. 2000. Hidráulica. Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa
- Svarovsky, Ladislav. 2000. Solid-liquid separation. Butterworth-Heinemann, Oxford
- Apontamentos específicos elaborados para a disciplina

Bibliografia Complementar:

- White, Frank. 1999. Mecânica de Fluidos. McGraw Hill

18

6. Atendimento aos alunos

- Gabinete nº 10 da Secção de Engenharia Rural (Pavilhão Anexo)

Horário de atendimento:

- 2ª feira: 14:30 h – 16:30 h
- 4ª feira: 14:30 h – 16:30 h
- Outro horário combinado previamente por mail com o docente

- plataforma Fénix, onde serão onde são divulgadas todas as informações relativas à disciplina, tais como o conteúdo programático, regras de funcionamento e de avaliação, classificação de testes, bibliografia, horários de atendimento. Para além desta informação, são publicados, após cada aula, os sumários detalhados da semana que decorreu. Os alunos devem subscrever o *forum* uma vez que todos os avisos serão disponibilizados por esta via.

19

1ª aula de laboratório

□ Demonstração da medição de caudais

Objectivos

- Verificação das *diferenças associadas a 3 diferentes métodos de medição de caudais*, incluindo precisão e perdas de carga;
- Medição de *perdas de pressão*;
- Medição de *caudais em condutas*.



20

Verificação da Equação de Bernoulli

Objectivos

- Verificar a validade da equação de Bernoulli quando aplicada a água a escoar em regime permanente numa tubagem cónica;
- Medir caudal, velocidade, pressão e energia total para diferentes caudais de escoamento.



21

2ª aula de laboratório

Perdas de carga contínuas em tubagens rectilíneas

Objectivos

- constatar a existência de perda de carga ao longo do escoamento num tubo;
- constatar que a perda de carga unitária é proporcional à velocidade ($j \propto v^a$) (perda de carga maior em tubos de menor diâmetro);
- constatar que a perda de carga é maior em tubos rugosos.



22