



PROGRAMA DE DISCIPLINA

Disciplina HIDRÁULICA				Código CIV271	
Departamento ENGENHARIA CIVIL			Unidade ESCOLA DE MINAS		
Carga Horária	Teórica 45	Prática 30	Total 75 horas		
Duração/Semana 18		Nº de Créditos 05		Carga Horária Semestral 90 h/a	
Pré-requisitos 1. CAT122 – Fenômenos de Transporte 3			Pré-requisitos 2 4		
Ementa Hidrostática e hidrodinâmica. Escoamento sob pressão. Escoamento em canais. Hidrometria.					
Cursos para os quais é ministrada					
1 ENGENHARIA AMBIENTAL		5º		OBRIGATÓRIA	
2					
3					
4					
5					
6					
Aprovado pela Assembléia do DECIV DATA: 20/09/2002		Aprovado pelo CEAMB DATA: 07/11/02		Resolução CEPE : DATA:	
Prof. Luís Fernando Martins Ribeiro Presidente da Assembléia		Prof. Presidente do CEAMB		Prof. Presidente do CEPE	



Programa Analítico das Aulas de Preleção

Unidades e Assuntos	Nº de aulas	Referências Bibliográficas	Nº de aulas acumuladas
Aulas teóricas			
I. Generalidades			
I.1. Objetivos do curso. Divisões da hidráulica. Bibliografia. Sistemas de unidades em hidráulica	2	2,3,6	2
II. Hidrostática			
II.1. Pressão. Equação fundamental da hidrostática. Esforços sobre superfícies submersas, pequenas barragens de gravidade. Medida da pressão nos fluídos	2	2,3,4,5	4
III. Hidrodinâmica: escoamento em Conduitos forçados			
III.1. Conceitos fundamentais: tipos e regimes de escoamentos, vazão e velocidade média, equação da conservação da massa, equação da energia.	1	1,3,5,6	5
III.2. Equação do movimento segundo uma linha de corrente, equação de Bernoulli e seus termos, linhas piezométrica e de energia, equação da energia em tubos de fluxo, velocidade de atrito e tensão cisalhante na parede dos tubos. Potência hidráulica de bombas e turbinas e exemplos	3	1,2,3,4,5,6,7,9,11, 12	8
III.3. Escoamento uniforme em tubulações: escoamentos laminar e turbulento, experimentos de Reynolds, perda de carga, tensão cisalhante. Escoamento laminar: equação da resistência, perfil de velocidades, velocidades máxima e média, equação de Hagen-Poiseuille, fator de atrito.	2	2,3,4,5,6,9,11,12,13,14	10
III.4. Escoamento uniforme em tabulações: Escoamento turbulento, região de entrada dos tubos, camada limite, sub-camada laminar, rugosidades absoluta e relativa e suas tabelas, comprimento de mistura de Prandtl, lei de distribuição de velocidades, escoamentos turbulentos hidraulicamente liso, hidraulicamente rugoso e de transição. Experiências de Nikuradse. Diagramas de Moody e Rouse e fator de atrito. Fórmulas implícitas e explícitas para o cálculo do fator de atrito. Perda de carga distribuída: perda de carga unitária; fórmula universal da perda de carga; fórmulas empíricas para o escoamento turbulento. Conduitos de seção não circular.	4	1,2,3,4,5,6,9,11,12,13,14	14
III.5. Perda de carga localizada: conceito, equação geral das perdas de carga localizadas; alargamentos e contrações, curvas e cotovelos, registros e válvulas, tabelas do coeficiente de perda de carga. Influência relativa da perda de carga localizada, método dos comprimentos virtuais	2	1,2,3,4,5,9,11	16
III.6. Sistemas de tubulações: influência do traçado da tubulação e da linha de carga, sifões, distribuição em marcha (canalização com vazão variável), condutos equivalentes; problema dos dois reservatórios (reservatórios de compensação); problemas dos três reservatórios (de Bélanger)	2	1,2,3,4,5,6	18



Conteúdo Programático

<i>Unidades e Assuntos</i>	<i>Nº de Aulas</i>	<i>Referências Bibliográficas</i>	<i>Nº de Aulas Acumuladas</i>
IV. Sistemas Elevatórios			
IV.1. Introdução, sistemas de recalque. Classificação das bombas. Principais órgãos constitutivos de uma turbo-bomba. Tipos de rotores. Classificação das turbobombas quanto a: 1) trajetória do líquido dentro do rotor; 2) número de bocas de sucção do rotor; 3) número de rotores dentro da carcaça; 4) posicionamento do eixo; e 5) pressão desenvolvida.	1	1,3,7,8,13	19
IV.2. Princípio de funcionamento de uma bomba centrífuga. Instalação de bombeamento típica. Alturas geométrica e manométrica. Potência dos conjuntos elevatórios.	2	1,3,7,8	21
IV.3. Escolha da bomba: seqüência de operações para o cálculo e a escolha da bomba; material da canalização; vazão; diâmetros econômicos - fórmulas de Bresse e da ABNT. Medição direta da altura manométrica. Rendimentos a considerar em uma bomba: hidráulico (volumétrico, mecânico e rendimento global). Potência necessária ao acionamento das bombas. Potência instalada. Escolha primária da bomba – gráficos de seleção. Cavitação: natureza do fenômeno; altura de colocação das bombas; coeficiente de cavitação; velocidade específica. NPSH disponível e NPSH requerido.	3	1,3,4,7,8	24
IV.4. Curvas características das bombas centrífugas. Curvas características das canalizações.	1	1,4,7,8	25
V. Turbinas			
V.1. Generalidades sobre turbinas hidráulicas. Principais órgãos componentes (rotor e distribuidor). Classificação das turbinas hidráulicas: turbinas de ação (Pelton); turbinas de reação (Francis, Hélice e Kaplan)	2	3,10,13	27
VI. escoamento em Condutos Livres			
VI.1. Generalidades. Seção transversal e elementos geométricos, variação da pressão e da velocidade na seção transversal. Velocidade média e limites práticos. Declividade. Número de Reynolds	1	1,2,3,4,5,6	28
VI.2. Classificação dos escoamentos em canais. Movimento permanente e uniforme em canais: equação fundamental, equações de Chèzy e de Manning, fórmulas práticas usuais. Dimensionamento de condutos livres. Observações sobre projeto e construção de canais.	4	1,2,3,4,5,6	32



Conteúdo Programático

Unidades e Assuntos	Nº de Aulas	Referências Bibliográficas	Nº de Aulas Acumuladas
VI.3. Energia específica; número de Froude e fator cinético. Regimes de escoamento, curva de energia específica, energia e profundidade críticas, regimes recíprocos, determinação e caracterização do escoamento crítico, ocorrência do regime crítico. Regimes de escoamento crítico, fluvial e torrencial.	2	1,2,3,4,5,6, 12,13	34
VI.4. Movimento Gradualmente Variado: definição, movimento gradualmente acelerado, movimento gradualmente retardado (remanso). Formas do perfil da superfície livre: curvas classe M, S, C, H e A e tipos 1, 2 e 3. Determinação do perfil da linha d'água: métodos das diferenças finitas.	2	1,2,3,4,5,6, 11,12,13	36
VI.5. Movimento Bruscamente Variado: caracterização. Ressalto Hidráulico: equacionamento, alturas conjugadas, altura e comprimento do ressalto, perda de carga no ressalto.	2	1,3,4	38
VIII. Hidrometria			
VIII.1. Escoamento da água através de orifícios e bocais: introdução, aplicações, classificação, orifícios de parede delgada, coeficientes de velocidade, contração e vazão. Perda de carga. Orifícios de grandes dimensões, comportas, adufas.	2	1,3,5,11,12	40
VIII.2. Escoamento em orifícios e bocais sob carga variável; enchimento e esvaziamento de reservatórios.	1	1,3,5,11,12	41
VIII.3. Vertedores: generalidades, classificação e utilização. Vertedores de soleira fina e espessa, influência da contração. Vertedores de crista de barragem, fórmulas empíricas.	1	1,3,4,5,6,1 1	42
VIII.4. Medida de vazão em canais com o uso de medidores de regime crítico: calha Venturi e Parshall	1	3,4,5,6	43
VIII.5. Medida de vazão em cursos d'água naturais: generalidades, perfis de velocidade, método de velocidade e área, uso de molinetes hidrométricos. Exemplos de cálculo.	1	3,5,6	44
VIII.6. Medição de vazão com traçador	1		45



AULAS PRÁTICAS

(Laboratório, Campo, Exercício, Estágio)

<i>Tópicos e Assuntos</i>	<i>Nº de Aulas</i>	<i>Nº de Aulas Acumulado</i>
I. Revisão de alguns conceitos fundamentais: propriedades físicas da água. Viscosidade.	2	2
II. Exercícios de Aplicação: pressão absoluta e manometria.	2	4
III. <u>Aula prática de Laboratório 01</u> : experimentos de Reynolds e medida da velocidade e vazão em escoamentos.	2	6
IV. Exercícios de Aplicação: equações de conservação e perda de carga distribuída em escoamentos laminares.	2	8
V. Exercícios de Aplicação: perda de carga distribuída e localizada.	2	10
VI. Exercícios de Aplicação: condutos equivalentes e associações de condutos em série e em paralelo.	2	12
VII. <u>Aula prática de Laboratório 02</u> : medição da perda de carga contínua em tubulações e da perda de carga localizada.	2	14
VIII. Exercícios de Aplicação: bombas - dimensionamento das canalizações de sucção e recalque e escolha do conjunto motor e bomba	2	16
IX. <u>Aula prática de Laboratório 03</u> : medida da potência e rendimento e levantamento das curvas altura manométrica <i>versus</i> vazão e potência <i>versus</i> vazão de uma bomba.	2	18
X. Exercícios de Aplicação: movimento uniforme – dimensionamento de canais.	1	19
XI. Exercícios de Aplicação: energia específica e regimes de escoamento, ressalto hidráulico e traçado do perfil da linha d'água.	2	21
XII. Exercícios de Aplicação: escoamento por orifícios, bocais e vertedores.	2	23
XIII. <u>Aula prática de Laboratório 04</u> : Determinação dos coeficientes de velocidade, contração e descarga de orifícios e bocais e esvaziamento de reservatório.	1	24
XIV. <u>Aula prática de Laboratório 05</u> : observação dos diversos tipos e regimes de escoamentos e calibração de um vertedor – obtenção dos pontos experimentais, traçado da curva de calibração, obtenção dos parâmetros do modelo por meio de análises gráfica e numérica e obtenção da curva chave.	2	26
XV. <u>Aula prática de Campo 01</u> : deslocamento a um curso d'água nas imediações de Ouro Preto para medição de vazão com o uso de traçador.	2	28
XVI. <u>Aula prática de Campo 02</u> : deslocamento a um curso d'água de médio porte para a medição de vazão com o uso de molinete hidrométrico.	2	30



BIBLIOGRAFIA

<i>Nº DA REFERÊNCIA</i>	<i>TÍTULO DA OBRA</i>	<i>AUTOR</i>
Bibliografia Básica		
1.	Hidráulica Básica	Rodrigo de Melo Porto
2.	Fundamentos de Engenharia Hidráulica	Márcio Batista e Márcia Lara
3.	Manual de Hidráulica	Azevedo Netto e Alvarez
4.	Fundamentos de Sistemas de Engenharia Hidráulica	N. H. C. Hwang
5.	Curso de Hidráulica	E. Trindade Neves
6.	Manual de Hidráulica Geral	A. Lencastre
7.	Instalações Elevatórias. Bombas	D. F. Carvalho
8.	Bombas e Instalações de Bombeamento	A. J. Macintyre
9.	Mecânica dos Fluidos e Hidráulica	R. Giles
10.	Usinas Hidrelétricas – Turbina	D. F. Carvalho
Bibliografia Complementar		
11.	Curso de Hidráulica Geral	C. F. Pimenta
12.	Hidráulica Geral	Paschoal Silvestre
13.	Fluid Mechanics with Engineering Applications	Daugherty, Franzini & Finnemore
14.	Elementos de Mecânica dos Fluidos: Hidráulica Geral	L. N. Garcez
15.	Hidráulica	King
16.	Hidráulica	Balloffet
17.	Elementos de Hidráulica General y Aplicada	Sanjuán
18.	Manual de Medição de Vazão	Gerard J. Delmée
Aprovado pela Assembléia do DECIV DATA: 21/08/2002		Aprovado pelo CEAMB DATA: 07/11/2002
Prof. Luís Fernando Martins Ribeiro Presidente da Assembléia		Prof. Presidente do CEAMB
		Prof. Presidente do CEPE