



PROGRAMA DE DISCIPLINA

Disciplina SIMULAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA EM RIOS E ESTUÁRIOS				Código CIV425	
Departamento ENGENHARIA CIVIL			Unidade ESCOLA DE MINAS		
Carga Horária	Teórica 15	Prática 30	Total 45 horas		
Pré-requisitos 1 CIV271 – Hidráulica 3			Pré-requisitos 2 CIV272 – Hidrologia Aplicada 4		
Duração/Semana 18			Nº de Créditos 03	Carga Horária Semestral 54 h/a	
Ementa: <p>Qualidade da água em escoamentos naturais: definições básicas. Princípio da conservação da massa: difusão molecular – lei de Fick; difusão advectiva; difusão turbulenta; dispersão longitudinal. Aplicação do conceito de dispersão longitudinal em cursos d'água naturais; critérios de aplicabilidade do conceito. Métodos de estimativa do coeficiente de dispersão longitudinal. Simulação do oxigênio dissolvido em rios. Estuários – aspectos principais característicos dos estuários. Exemplos e aplicações.</p>					
Cursos para os quais é ministrada 1 ENGENHARIA AMBIENTAL			Período	Natureza ELETIVA	
2					
3					
4					
5					
6					
Aprovado pela Assembléia do DECIV DATA:		Aprovado pelo CEAMB DATA:		Resolução CEPE: DATA:	
Presidente da Assembléia		Presidente do CEAMB		Presidente do CEPE	



Conteúdo Programático

Unidades e Assuntos	Nº de Aulas	Referências Bibliográficas	Nº de Aulas Acumulado
Aulas teóricas e práticas (exercícios de aplicação)			
1. Apresentação. Bibliografia e critérios de avaliação. Introdução ao curso. Conceitos gerais. Quantidades fundamentais. Modelos matemáticos. Eq. da conservação da massa. Difusão molecular: Lei de Fick.	03	1, 2, 3, 6, 8	03
2. Soluções da equação da difusão. Difusão molecular unidimensional: Solução fundamental – Problema do cilindro infinito. Método das imagens: Problema do tubo de comprimento finito. Reflexão em um contorno: Problema do tubo semi-infinito. Distribuições iniciais prolongadas: Problema da fonte volumétrica.	03	1, 2, 3, 4, 5	06
3. Aplicações. Soluções dos problemas de difusão com o uso de planilha eletrônica: 1) cilindro de comprimento finito - método das imagens. 2) cilindro infinito - solução fundamental. 3) tubo semi-infinito - reflexão em um contorno. 4) fonte volumétrica – princípio da superposição.	03	1, 2, 3, 4, 5	09
4. A equação da advecção-difusão: conceituação da advecção e difusão simultâneas. Problema da advecção-difusão unidimensional: solução fundamental e propriedades da equação. Momentos de ordem 0, 1 e 2; variância; variância e coeficiente de difusão. Problema da concentração constante na origem.	03	1, 2, 3, 4, 5	12
5. Difusão turbulenta: conceituação; escoamentos laminar e turbulento; Número de Reynolds; flutuações do campo de velocidade; escalas de comprimento da turbulência; input de energia em um rio. Estacionaridade, homogeneidade e isotropia. Abordagem matemática. Análise de Taylor da difusão turbulenta.	03	1, 2, 3, 4, 5	15
6. Coeficiente de difusão turbulenta e análise de Taylor. Difusão turbulenta em canais. Coeficiente de difusão turbulenta vertical. Coeficiente de difusão turbulenta transversal. Observações relativas às misturas vertical e transversal.	03	1, 2, 3, 4, 5	18
7. Soluções da equação da advecção-difusão turbulenta. Estudo de casos: 1) problema da injeção instantânea de uma massa M; 2) problema da injeção com uma taxa constante. Exemplos e exercícios de aplicação.	03	1, 2, 3, 4, 5	21
8. Exemplos e exercícios de aplicação da mistura turbulenta transversal. Dispersão longitudinal; conceituação. Mecanismos responsáveis pela dispersão longitudinal. Formulação matemática. O coeficiente de dispersão longitudinal.	03	1, 2, 3, 4, 5	24
9. Modelo <i>fickiano</i> para a dispersão longitudinal: zona advectiva e zona de equilíbrio; evolução da variância e da assimetria da distribuição longitudinal de concentração. Análise de Taylor. Perfis de concentração longitudinal <i>gaussianos</i> e <i>não-gaussianos</i> . Dispersão longitudinal em canal não uniforme. Modelo <i>não-fickiano</i>			



– efeito da subcamada viscosa. Zonas mortas.	03	1, 2, 3, 4, 5	27
10. Estimativa do comprimento da zona advectiva. Estimativa do coeficiente de dispersão longitudinal: fórmulas práticas Exercícios de aplicação de dispersão longitudinal. Análise da dispersão através de modelo aproximado: 1) comportamento do pico da distribuição espacial de concentração; 2) posição do centróide da distribuição espacial de concentração; 3) extensão do trecho do curso d'água em que é excedido um valor crítico de concentração; 4) tempo de ocorrência do pico de concentração em uma posição fixa; posição do centróide da distribuição temporal de concentração; 5) tempo médio de viagem.	03	1, 2, 3, 4, 5	30
11. Hipótese da nuvem congelada. Previsões para uma fonte pontual contínua. Exercício de aplicação. Propagação do perfil espacial de concentração. Propagação do perfil temporal de concentração: método da nuvem congelada. Solução de Hayami. Aplicação.	03	1, 2, 3, 4, 5	33
12. Estimativa do coeficiente de dispersão longitudinal a partir de medidas de velocidade. Métodos de determinação do coeficiente de dispersão longitudinal com o uso de traçador ambientalmente neutro: método dos momentos; aplicação numérica. Método da propagação (<i>routing procedure</i>).	03	1, 2, 3, 4, 5	36
13. Exemplo de aplicação do método de propagação. Método gráfico de Chatwin e aplicação. Método gráfico de Krenkel e aplicação. Outros métodos simplificados para a obtenção do coeficiente de dispersão longitudinal e exemplos de aplicação.	03	1, 2, 3, 4, 5	39
14. Solução numérica de problemas de dispersão de dispersão de poluentes em rios com o uso da equação da advecção e dispersão.	03	2, 4, 6, 7, 9	42
15. Estuários – aspectos principais característicos dos estuários. Exemplos e aplicações.	03	3	45
Avaliações			
duas avaliações parciais	06	---	51
Avaliação final (Exame especial)	03	---	54



BIBLIOGRAFIA

Nº DA REFERÊNCIA	TÍTULO DA OBRA	AUTOR
1 *	<i>Qualidade da água em rios e estuários.</i> In: Hidrologia Ambiental. Parte II: Modelos de simulação da Qualidade da Água. Coleção ABRH, Vol. 3. 1991.	EIGER, Sérgio.
2 *	<i>River Mixing.</i> John Wiley & Sons. 1994.	RUTHERFORD, J.C.
3	<i>Mixing in Inland and Coastal Waters.</i> Academic Press. 1979.	FISCHER, H.; LIST, E.; KOH, R.; IMBERGER, J.; and BROOKS, N.
4	<i>Turbulent Diffusion and Dispersion in Steady Open-Channel Flow.</i> In: Open-Channel Hydraulics. McGraw-Hill Book Company.	FRENCH, RICHARD H.
5	<i>Fluid Dynamics.</i> 1973.	DAILY, J.W. & HARLEMAN, D.R.F.
6	<i>Surface Water-Quality Modeling.</i> McGraw-Hill in Water Resources and Environment Engineering.	CHAPRA, S.C.
7	<i>Stream Water Quality Model (QUAL2K).</i> Watershed & Water Quality Modeling Technical Support Center Website. http://www.epa.gov/athens/wwqtsc/index.html	UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY – EPA.
8	<i>Chemical Fate and Transport in the Environment.</i> Academic Press.	HEMOND, H.F. and FECHNER-LEVY, E.J.
9 *	<i>Transporte de Poluentes em Cursos d'Água Naturais.</i> Apostila.	BARBOSA JR., A.R.
Observações: * Bibliografia básica (referências 1, 2 e 9) Bibliografia complementar: referências 3, 4, 5, 6, 7 e 8.		
Aprovado pela Assembléia do DECIV DATA:	Aprovado pelo CEAMB DATA:	Resolução CEPE: DATA:
_____ Prof. Presidente da Assembléia	_____ Prof. Presidente do CEAMB	_____ Prof. Presidente do CEPE