



Curitiba, 07.04.2019

Exercício E2
Mecânica dos Fluidos Ambiental I

Tobias Bleninger, Departamento de Engenharia Ambiental (DEA)
Centro Politécnico, Prédio Administração, 3º andar, sala 13

Tutores de estagio docência:
Rafael Bueno (rafael.bueno@ufpr.br), *Lediane Marcon*
(lediane.engambiental@gmail.com)

A lista de exercícios E2 contem 2 partes:
a) Laboratório 3. Trabalho em grupo.
b) Teoria. Trabalho individual.
Cada parte recebe nota e a nota E2 é a média das duas.

Data de entrega das 2 partes da lista E2: 26.04.2019

(Relatórios atrasados receberão a nota 0, os relatórios podem ser entregues na aula, deixados no escaninho, em baixo da porta ou entregue por colega de sala. Dos relatórios em grupo basta uma via. Os relatórios podem ser escritos manualmente ou usando softwares específicos. A parte teórica deve ser feita a mão.)

Exercício E2a (Parte prática, laboratório 3)

Este é o roteiro dos experimentos da lista E2 a respeito do laboratório 3, contendo também as instruções e questões que devem ser abordadas no relatório do exercício E2. Não é permitido copiar ou utilizar dados de outros grupos, exceto em casos especiais em que for exigido a comparação de dados obtidos por outros grupos. O Relatório corrigido será devolvido depois e contará para a nota final.

Informações adicionais (software, livros, textos, etc.):
<http://www.ambiental.ufpr.br/portal/professores/tobias/teaching/mecfluambi/>

Boa sorte!

Nome dos Integrantes:	Assinatura*

*Garantindo que o trabalho foi feito sem cópia e por todos integrantes do grupo

Pontuação (preenchido pelo Professor):

Questão	Pontos	Pontos totais	Nota
Medição de vazão			
Difusão e advecção			
Soma	100		

DESCRIÇÃO GERAL

O laboratório 3 tem por objetivo aplicar os conceitos vistos em sala de aula de escoamento, difusão e advecção. Os experimentos estão divididos em 2 etapas: medição de vazão e difusão/advecção.

Os grupos permanecem os mesmos que definidos nos laboratórios 1 e 2, mantendo o relator/moderador previamente definido.

Grupos	Integrantes
Grupo 1	Vitória, Rafael, Alexandre, Bianca, André, Fabiana
Grupo 2	Pedro, Beatriz, Ingrid, Daniel, Felipe, Leticia
Grupo 3	Lucas, Diego, Isadora, Carolina, Isabela Adib, Fernanda
Grupo 4	Matheus, Anna, Gabriela, Thiago, Isabela Folli, Pamella

Ler cuidadosamente o roteiro das atividades, anotar e registrar (com fotografias) os experimentos realizados e responder adequadamente as questões propostas adicionando todas as etapas dos cálculos realizados.

O laboratório 3 NÃO precisa ser entregue em formato de relatório.

1. Medição de Vazão

Objetivo: Realizar a medição de vazão, aplicando diferentes métodos, para um canal retangular.

Procedimento

- a. Abrir a válvula para iniciar o fluxo no canal, com cuidado para não transbordar e aguardar para estabilizar antes de iniciar as medições;
- b. Realizar a leitura da altura da coluna de mercúrio no manômetro e obter a vazão na curva do canal ou aplicando a equação disponível.
 $Q = \text{_____} \text{ m}^3/\text{s}$
Equação: _____
- c. Meça a área da seção transversal do escoamento na soleira e a jusante da soleira;
 $B_1 = \text{_____} \text{ m}$ $H_1 = \text{_____} \text{ m}$
 $B_2 = \text{_____} \text{ m}$ $H_2 = \text{_____} \text{ m}$
- d. Velocidade e vazão com objeto flutuante: Meça o tempo e a distância percorrida pelo objeto flutuante na soleira e a jusante da soleira:
 $d_1 = \text{_____} \text{ m}$ $t_1 = \text{_____} \text{ s}$
 $d_2 = \text{_____} \text{ m}$ $t_2 = \text{_____} \text{ s}$
- e. Vazão com utilização do molinete:
 - i. Posicionar o molinete montado no escoamento, à ~60% da profundidade e paralelo ao escoamento;
 - ii. Ajustar o tempo de medição: sugerido 50 – 60 sec;
 - iii. Zerar o contador de rotações e iniciar a medição pressionando 'Start';
Nº de rotações: _____
Tempo: _____ s
Equação do molinete: _____
- f. Vazão com utilização do Acoustic Doppler Velocimeter (ADV)
 - i. Posicionar o ADV no escoamento, observar que as direções (x,y,z) estejam adequadas;
 - ii. Seguir as informações mostradas no display: para medição da velocidade em 4 pontos verticais.
 - iii. Anotar ou baixar os dados.

Questões

- Calcule a vazão do escoamento no canal (em m³/s) pelos 3 métodos realizados nos procedimentos e compare com a vazão obtida no **procedimento b**. Calcule o erro nos diferentes métodos, assumindo como valor verdadeiro o valor obtido no procedimento b. Discuta as diferenças encontradas;
- Descreva o regime de escoamento se laminar ou turbulento (apresente o número de Reynolds), permanente ou transiente, uniforme ou não-uniforme.
- A partir da equação da aceleração, demonstre se há acelerações no escoamento na direção longitudinal do canal.
- Demonstre se o escoamento é rotacional.
- A partir das medições com ADV, defina o perfil de velocidade do escoamento. Calcule o perfil de velocidade para um escoamento turbulento sobre placa plana e compare com o perfil obtido em laboratório. Para uma placa plana, considerando camada limite turbulenta, o perfil de velocidade pode ser aproximado como:

$$\frac{u}{U} \cong \left(\frac{y}{\delta}\right)^{1/7}$$

Para nosso experimento considere $\delta = 0.056$ m e U a velocidade máxima.

2. Difusão e advecção

Objetivo: Demonstração dos processos difusivos e advectivos. Levantamento de dados para projeto final e solução das questões desta lista.

Procedimento

- Adicionar no escoamento a solução com corante e realizar a filmagem da emissão através de um celular. A filmagem deve gravar o tanque visto de cima em uma posição fixa. Faça com que uma maior porção do sistema esteja visível na filmagem.
Obs.: importante que a filmagem contenha a região inicial do ponto de emissão e que tenha uma distância conhecida para a conversão de escalas.
- Em seguida, a válvula do tanque será fechada e a comporta a jusante será levantada para simulação de difusão em ambiente estagnado.
- Neste sistema estagnado, adicionar novamente água com corante, repetindo o procedimento de filmagem realizado no item anterior.

Questões

- Considerando o problema de difusão, calcule a diffusividade. Dica: utilize o conceito da função de densidade de probabilidade e determine a variância da concentração em um determinado tempo.
- Repita o processo anterior para um tempo diferente e compare os valores da diffusividade encontrado.
- Determine em quanto tempo o perfil de concentração será afetado pelos contornos. Obs: note que caso o corante não esteja no centro do tanque cada margem será afetada em tempos diferentes.
- Considerando o problema de dispersão, calcule o número de Peclet para a direção do escoamento, e em seguida classifique a dispersão quanto à importância dos processos difusivos e advectivos.
- Escreva a equação de transporte de um soluto para esta situação e comente sobre cada termo.

AVALIAÇÃO:

A avaliação para o laboratório 3 será feita através da solução dos problemas de cada experimento. Cada grupo deve apresentar uma lista com as soluções das questões.

Atenção: apresentar todos os cálculos, gráficos e esquemas do sistema. Dados conhecidos devem estar identificados nos esquemas. Valores obtidos em tabelas ou gráficos devem estar identificados no mesmo. Ser sucinto nas questões discursivas.