



Plano de Ensino

Universidade Federal do Espírito Santo

Campus de São Mateus

Curso: Engenharia de Petróleo - São Mateus

Departamento Responsável: Departamento de Engenharia e Tecnologia

Data de Aprovação (Art. nº 91): 10/03/2023

DOCENTE PRINCIPAL : DANIEL DA CUNHA RIBEIRO

Matrícula: 1956013

Qualificação / link para o Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/8563308324482367>

Disciplina: ESCOAMENTO MULTIFÁSICO

Código: DET08163

Período: 2023 / 1

Turma: 34.1

Pré-requisito:

Carga Horária Semestral: 60

Disciplina: DET06303 - MECÂNICA DOS FLUÍDOS

Distribuição da Carga Horária Semestral

Créditos: 3

Teórica

Exercício

Laboratório

30

15

15

Ementa:

Introdução. Revisão de escoamento monofásico. Variáveis básicas do escoamento bifásico. Padrões e mapas de fluxos gás-líquido. Balanço unidimensionais de massa, quantidade de movimento e energia em fluxo bifásico. Modelos cinemáticos: homogêneo, fases separadas, deslizamento. Correlações para cálculo de perda de carga e fração volumétrica em fluxo multifásico. Medidores de vazão para escoamento multifásico.

Objetivos Específicos:

Demonstrar e discutir conceitos de escoamentos típicos da indústria do petróleo. O foco das aplicações é o escoamento no interior da coluna de produção. O conhecimento adquirido será útil para o futuro Engenheiro ter habilidade de projetar, operar e otimizar um poço em produção de fluidos. A disciplina está diretamente ligada aos conceitos discutidos na disciplina Mecânica dos Fluidos.

Conteúdo Programático:

- 1 - Introdução ao Escoamento Multifásico
- 2 - Propriedades dos Fluidos
- 3 - Escoamento Monofásico
- 4 - Escoamento Bifásico
- 9 - Escoamento bifásico por restrições
- 5 - Análise Nodal e Projeto de Poços
- 6 - Simuladores de escoamento multifásico
- 7 - Medidores de Vazão

Metodologia:

Exposição de conceitos teóricos e aplicações computacionais e de bancada na Engenharia de Petróleo terão base em aspectos visuais de mecanismos, equipamentos e operações típicos da Indústria do Petróleo. Conceitos de mecânica dos fluidos serão observados em bancada experimental. Aplicações computacionais serão praticadas em simuladores disponíveis.

Critérios / Processo de avaliação da Aprendizagem :

Avaliações escritas e/ou orais (Ts) após cada módulo programático valendo 50 pontos no total, mais um Estudo Dirigido (ED)

valendo 50 pontos no total. As avaliações escritas poderão ser exames e/ou trabalhos a serem desenvolvidos de forma síncrona e/ou assíncrona via plataforma AVA. O ED será constituído de um projeto hidráulico de poço a ser desenvolvido individualmente e apresentado de forma oral e escrita.

Avaliações bonificadoras poderão ser distribuídas ao longo do semestre. Estas poderão ser frequência, questões surpresa, participação em eventos dos alunos do curso ou exercícios para serem resolvidos de forma assíncrona. O aluno que alcançar a média parcial (Mp) de 7,0 nas duas primeiras, fica isento da prova final (Pf). Bônus de atividades extra classe podem ser distribuídos ao longo do semestre. Portanto, a média final (Mf) será composta por:

$Mp = (Ts+ED+Bônus)/100$, se $Mp < 7,0$ então, $Mf = (Mp + Pf)/2$. Caso contrário, $Mf = Mp$. Aprovado se $Mf \geq 5,0$.

Bibliografia básica:

Rosa, E. S. Escoamento multifásico isotérmico. Modelos de multifluidos e de mistura. Bookman: Porto Alegre, 2012.
Hasan, A.R.; Kabir, C.S. Fluid Flow and Heat Transfer in Wellbores. SPE Books: Richardson, 2002.
Andreolli, I. Introdução à Elevação e Escoamento Monofásico e Multifásico de Petróleo. Interciência: Rio de Janeiro, 2016.
Brill, J.; Mukherjee, H. Multiphase Flow in Wells. SPE Books: Richardson, 1999.

Bibliografia complementar:

PROSPERETTI, Andrea; TRYGGVASON, Gretar (Ed.). **Computational methods for multiphase flow**. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2009. xviii, 469 p. ISBN 9780521138611 (broch.)
FALCONE, Gioia; HEWITT, G. F.; ALIMONTI, Claudio. **Multiphase flow metering**. Amsterdam; Boston: Elsevier, 2010. ix, 329 p. (Developments in petroleum science ; 54). ISBN 9780444529916 (enc.)
FAGHRI, Amir; ZHANG, Yuwen,. **Transport phenomena in multiphase systems**. Amsterdam, NE: Elsevier, 2006. xxvii, 1030 p. ISBN 9780123706102 (enc.).

Cronograma:

Aula	Data	Descrição	Exercícios	Observações
01	23/03/2023	Introdução ao Curso de Escoamento Multifásico. Agenda Semestral. Bibliografia. Conteúdo. Engenharia de Produção de Petróleo. Engenharia de Elevação e Escoamento. Sistemas de produção de petróleo e gás natural. Principais equipamentos.		
02	30/03/2023	Propriedades dos fluidos. Conceito de Black Oil e Composicional. Propriedades PVT de petróleos e gas natural. Correlações empíricas. Exercícios.	Cálculo de propriedades físicas do óleo e do gás natural	
03	06/04/2023	Propriedades dos Fluidos. Exercícios.		
04	13/04/2023	Escoamento monofásico. Revisão de conceitos de mecânica dos fluidos para escoamentos em tubos. A equação da conservação da energia mecânica. Perda de carga devido ao atrito, à elevação e aceleração. Exercícios teóricos e computacionais.		
05	20/04/2023	Escoamento monofásico. Prática de laboratório em bancadas de escoamento. Perda de carga, medida de pressão estática e total. Efeito da vazão, do diâmetro e rugosidade do tubo. Medida direta da vazão.		
06	27/04/2023	Escoamento bifásico. Escoamentos gás-líquido. Padrão de escoamento. Mapas de padrão. Efeito da temperatura e pressão sobre o mapa de padrão. Relação cinemática das variáveis do escoamento bifásico. Exercícios teóricos.		
07	04/05/2023	Escoamento bifásico. Cálculo da perda de carga. Correlações empíricas. Tipos de correlações empíricas. Introdução aos modelos semiempíricos (mecanicistas). Exercícios teóricos e computacionais		
08	11/05/2023	Escoamento bifásico através de restrições. Revisão de		

Aula	Data	Descrição	Exercícios	Observações
		escoamento monofásico incompressível através de restrições (medidores de vazão). Escoamento compressível de gases. Escoamento crítico e subcrítico. Escoamento bifásico. Exercícios teóricos e computacionais.		
09	18/05/2023	Projeto Hidráulico de Poço. Modelo de um sistema de produção simples: Outflow Performance Relationship (OPR). Análise nodal. Condições de contorno: separador e reservatório. Modelos de comportamento do reservatório: Inflow Performance Relationship (IPR). Índice de Produtividade, Eq. de Vogel, Eq. de Fetkovich. Exercícios teóricos.		
10	25/05/2023	Projeto Hidráulico de Poço. Formas de expressar as equações de conservação. Exercícios computacionais. Análise e utilização de Código em linguagem Octave. Apresentação e utilização de Simulador Comercial.		
11	01/06/2023	Projeto Hidráulico de Poço. Implementação de correlações de escoamento monofásico em linguagem Octave.		
12	15/06/2023	Projeto Hidráulico de Poço. Implementação de correlações empíricas de escoamento multifásico em linguagem Octave.		
13	22/06/2023	Projeto Hidráulico de Poço. Implementação em simulador comercial. Pré e pósprocessamento.		
14	29/06/2023	Medidores de vazão. Medição de vazão fiscal, apropriação e custódia. Medição de vazão de escoamentos multifásicos com separação de fluidos. Medição de vazão multifásica.		
15	06/07/2023	Desenvolvimento de Projeto de Disciplina.		
16	13/07/2023	Desenvolvimento de Projeto de Disciplina.		
17	20/07/2023	Apresentação do Projeto de Disciplina. Apresentação oral por um(a) dos(as) matriculados(as) a ser sorteado durante a aula.		

Observação: