

## **Ementas das Disciplinas de Tópicos do Programa de Ciências e Engenharia de Petróleo – 2º Semestre de 2024**

### **PP290/E - Tópicos em Produção de Petróleo: Ocean Renewable Energy**

**Docentes:** Celso Morooka; Sergio Nascimento Bordalo.

**Ementa:**

- (1) General View on Ocean Renewable Energy
- (2) Offshore Wind
- (3) Ocean Thermal Energy
- (4) Tidal/Ocean Current
- (5) Wave Energy
- (6) Alternative Concepts
- (7) Economics on Offshore Wind and ORE

The classes will be in English. Homework and final test are expected.  
Collaborative course, classes remotely offered.

### **PP290/N - Tópicos Em Produção de Petróleo: Sistemas de Bombeamento Submarino Em Produção de Petróleo**

**Docente:** Valdir Estevam; Marcelo Souza de Castro

**Ementa:** Revisão de conceitos de mecânica dos fluidos. Estudo do escoamento monofásico e multifásico em poços, manifold e linhas de escoamento. Estudo dos seguintes sistemas de bombeamento submarino: Bombeio Centrífugo Submerso Submarino (BCSS), sistema BCSS em Skid (S-BCSS), sistema BCSS em estrutura módulo de Bombeio (MOBO), separação submarina (VASPS) associada a S-BCSS, bomba multifásica de duplo parafuso (BMS) e bomba multifásica helicoaxial (BMHEAS), considerando o equipamento, o seu dimensionamento, a sua instalação e operação e os cenários de aplicação. Análise de papers e teses referentes a esses sistemas.

**Bibliografia:** Material compilado do TUALP e da Petrobras; Teses e papers publicados sobre o tema.

**PP290/P - Tópicos em Produção de Petróleo: Técnicas Experimentais para Fluidos de Petróleo**

**Docente:** Antonio Carlos Bannwart

	<b>Tópico/Data</b>	<b>Ementa</b>	<b>Estrutura da Aula</b>	<b>Entregas</b>
<b>Geral</b>	1. Aula introdutória	<ul style="list-style-type: none"> <li>_ Apresentação da disciplina</li> <li>_ Apresentação LGE e LABPETRO</li> <li>_ Segurança em laboratório</li> </ul>	Palestra LGE/LABPETRO Palestra segurança Q&A Visita labs	Não
	2. Planejamento experimental e apresentação de resultados	<ul style="list-style-type: none"> <li>_ Conceitos básicos em planejamento de experimentos com fluidos.</li> <li>_ Variáveis independentes e dependentes. Análise dimensional e semelhança. Grupos adimensionais</li> <li>_ Erros e incertezas. Propagação de incertezas.</li> <li>_ Algarismos significativos</li> </ul>	Palestra (1h) Intervalo (15min) Exemplo (30min) Exercício(<1h)	Exercício resolvido
<b>LGE</b>	3. Caracterização de fluidos usando reômetro	<ul style="list-style-type: none"> <li>_ Curvas de fluxo: Viscosidade</li> <li>_ Comportamento reológico</li> <li>_ Reologia de dispersões, com ênfase em emulsões</li> <li>_ Efeito da temperatura</li> <li>_ Principais modelos/ ajustes</li> <li>_ Reologia oscilatória</li> </ul>	Palestra (1:15h) Intervalo (15min) Demonstração/ interação experimental (1:30h)	Exercício
	4. Caracterização de petróleos	<ul style="list-style-type: none"> <li>_ SARA</li> <li>_ TAN e TBN</li> <li>_ Densidade (API)</li> <li>_ Teor de parafinas</li> <li>_ TIAC (óleos parafínicos)</li> </ul>	Palestra (1:15h) Intervalo (15min) Demonstração/ interação experimental (1:30h)	Exercício
	5. Caracterização de interfaces e superfícies	<ul style="list-style-type: none"> <li>_ Reologia interfacial (dilatacional; cisalhamento)</li> <li>_ Tensão superficial/ interfacial (teoria e</li> </ul>	Palestra (1:15h) Intervalo (15min) Demonstração/	Exercício

		técnicas) _ Ângulo de contato e molhabilidade	interação experimental (1:30h)	
	6. Emulsões	_ Definição e fundamentos _ Caracterização de emulsões: Teor de água (Karl Fisher); reologia; estabilidade _ Ponto de inversão (transicional e catastrófico) _ Efeito do tamanho de gotas e fração de fase dispersa _ Efeito da composição química sobre as propriedades das emulsões (ponto de inversão, tensão interfacial, estabilidade cinética)	Palestra (1:15h) Intervalo (15min) Demonstração/ interação experimental (1:30h)	Exercício
	7. Óleos parafínicos	_ Definição _ Processo de cristalização e deposição _ Caracterização de óleos parafínicos (TIAC, reologia, teor de parafinas)	Palestra (1:15h) Intervalo (15min) Demonstração/ interação experimental (1:30h)	Exercício
	8. Alfaltenos	_ Definição de asfaltenos _ Técnicas de extração e caracterização _ Efeitos da pressão e temperatura sobre a precipitação	Palestra (1:15h) Intervalo (15min) Demonstração/ interação experimental (1:30h)	Exercício
	9. PVT de Petróleos	_ Diagramas de fases _ Equilíbrio de fases, composição??	Palestra (1:15h) Intervalo (15min) Demonstração/ interação experimental (1:30h)	Exercício

<b>LabPetro</b>	10. Escoamentos bifásicos em dutos	<ul style="list-style-type: none"> <li>_ Técnicas experimentais</li> <li>_ Aquisição de dados</li> <li>_ Assinatura de pressão de padrões de escoamento</li> </ul>	Palestra (1:15h) Intervalo (15min) Demonstração/ interação experimental (1:30h)	Exercício
	11. Estudo experimental de bombas de BCS	<ul style="list-style-type: none"> <li>_ Curvas características de BCS (altura manométrica, vazão, torque)</li> <li>_ Efeito da viscosidade e presença de gás.</li> </ul>	Palestra (1:15h) Intervalo (15min) Demonstração/ interação experimental (1:30h)	Exercício
	12. Visualização de escoamentos bifásicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>_ Técnicas experimentais (PTV, PIV, LDA)</li> </ul>	Palestra (1:15h) Intervalo (15min) Demonstração/ interação experimental (1:30h)	Exercício
	13. Escoamento de óleos pesados	<ul style="list-style-type: none"> <li>_ Técnicas experimentais</li> <li>_ Redução de atrito</li> <li>_ Efeitos de desemulsificantes</li> <li>_ Efeitos de parede</li> </ul>	Palestra (1:15h) Intervalo (15min) Demonstração/ interação experimental (1:30h)	Exercício
	14. Escoamento de óleos parafínicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>_ Precipitação e deposição de parafinas em dutos de produção</li> <li>_ Gelificação</li> <li>_ Repartida de linhas</li> </ul>	Palestra (1:15h) Intervalo (15min) Demonstração/ interação experimental (1:30h)	Exercício

**Observação:** Esta disciplina é destinada principalmente aos alunos deverão realizar teses envolvendo a realização de experimentos de caracterização e/ou escoamento de fluidos. As aulas serão todas presenciais em salas da FEM e laboratórios do CEPETRO.

**Docente:** Marcos Antonio Rosolen

**Ementa:**

- Fraturamento Hidráulico para Melhoria de Produção ou Injeção
- Estimulação como Método para Aumentar o Índice de Produtividade
- Teoria do Fraturamento
- Elasticidade Linear e Mecânica de Fraturas
- Mecânica do Fluido de Fraturamento
- Filtração e Balanço Volumétrico na Fratura
- Geometrias Básicas de Fratura
- Fraturamento de Formações de Alta Permeabilidade (HPF)
- Materiais de Fraturamento
- Projeto de Fraturamento
- Exemplos de Projeto de Fraturamento e Considerações Adicionais
- Altura da Fratura
- Efeitos de Extremidade (Tip Effects)
- Fluxo não-Darcyano na Fratura
- Compensação do Skin de Face de Fratura
- Exemplos Práticos de Projetos de Fraturamento
- Controle de Qualidade e Execução
- Avaliação do Tratamento
- Tópicos Especiais em Estimulação de Poços

**Objetivos:** ao final do curso os alunos deverão estar aptos a analisar os itens de controle de intervenções de Estimulação de Poços; obter os dados de entrada de um projeto de fraturamento; ter noção de como se faz um projeto de fraturamento e conhecer os procedimentos de execução, monitoração e avaliação destas operações.

**Conteúdo programático:** o propósito deste curso é transferir a tecnologia do fraturamento hidráulico e sua execução. Os vários tópicos trazem informações sobre o reconhecimento de candidatos, projeto, execução e avaliação do tratamento, seleção de materiais, controle de qualidade, e especificação de equipamentos. Seu objetivo é estabelecer uma metodologia para o projeto unificado de tratamentos de fraturamento hidráulico, uma operação de estimulação de poços consagrada na indústria do petróleo. Poucas atividades mostram tal potencial para aumento de produtividade de poços de forma segura e confiável quanto esta operação.

A palavra “unificado” foi escolhida deliberadamente para indicar tanto a integração de todos os aspectos tecnológicos altamente diversificados do processo como para desmistificar a noção disseminada de que existe um tratamento específico para formações de baixa permeabilidade e outro para reservatórios altamente permeáveis. É natural, mesmo para operadores

experientes, pensar desta forma porque o alvo tradicional do fraturamento tem sido os reservatórios de baixa permeabilidade enquanto que os tratamentos para alta permeabilidade têm sido enquadrados como operações para controle de areia.

A idéia-chave é que as formulações destes tratamentos podem ser unificadas porque eles podem ser caracterizados por um parâmetro, número de propante adimensional, que determina teoricamente as dimensões ótimas da fratura pelas quais o máximo índice de produtividade ou injetividade pode ser alcançado. As restrições técnicas devem moldar o projeto de forma que ele se desvie de seu ótimo teórico somente o suficiente para se ajustar à extensão projetada para a fratura. Com esta abordagem, difíceis tópicos como o fraturamento de alta versus baixa permeabilidade, crescimento vertical da fratura, fluxo não-Darcyano, e incrustação de propante são tratados de forma transparente e unificada, fornecendo ao engenheiro um procedimento de projeto lógico e coerente.

**Sistema de avaliação:** Prova e exercícios

#### **Bibliografia Básica:**

- Projeto unificado de fraturamento – Economides, M.J., Oligney, R., Valkó, P., tradução de Marcos A. Rosolen – editora e-Papers;
- Mecânica do fraturamento hidráulico – Yew, C.H., tradução de Marcos A. Rosolen – editora e-Papers;
- Petroleum Well Construction: Economides, M.J., Walters, L.T., Dunn-Borman, S.; disponível em [www.halliburton.com](http://www.halliburton.com)
- Reservoir Formation Damage – Fundamentals, Modeling, Assessment, and Mitigation – Civan, F editora Gulf Publishing Company, Houston, Texas (2000);

#### **Bibliografia complementar:**

- Thomas, José Eduardo, Fundamentos da Engenharia de Petróleo, 2ª Edição, Rio de Janeiro: Editora Interciência / Petrobras, 2004.

PP490/G - Tópicos em Engenharia de Poços: Engenharia de Poços de Petróleo

**Docentes:** José Ricardo Pelaquim Mendes; Paulo Roberto Ribeiro

#### **Conteúdo da disciplina:**

- Introdução a engenharia de poços;
- Sondas de perfuração;
- Fluidos de perfuração;
- Hidráulica e reologia de fluido de perfuração;
- Controle de poço;
- Revestimentos;
- Fundamentos de completação;
- Índice de produtividade;
- Dano a formação;
- Fraturamento hidráulico;

- Estimulação ácida;
- Controle de areia;
- Equipamentos de completação.
- Integridade de poços

PP528/K - Tópicos em Geofísica de Reservatórios: Métodos de Inversão usando Inteligência Artificial

**Docentes:** Joerg Schleicher; Maria Amélia Novais Schleicher.

**Ementa:** tópicos importantes da literatura recente em Métodos da Inversão Sísmica, com foco na utilização de técnicas de Inteligência Artificial.

**Bibliografia:** artigos recentes em revistas internacionais da área.