

USP



Apresentação *Aula 1*

PMI-1712
Engenharia de
Reservatórios I

Ricardo Cabral de Azevedo



Departamento de Engenharia
de Minas e de Petróleo
POLI - USP

PMI PMI PMI PMI PMI

Sumário da Aula

- Relação com disciplinas anteriores
- Introdução
- Exercício 1
- Engenharia de reservatórios
- Tópicos de engenharia de reservatórios
- Avaliação
- Conclusões
- Referências sobre essa aula

Relação com disciplinas anteriores

- Engenharia de Reservatórios I
 - ◆ Mecânica dos Fluidos Aplicada a Reservatórios
 - ◆ Mecânica dos Fluidos Aplicada a Dutos de Petróleo e Gás
 - ★ Fenômenos de Transporte
 - ◆ Mecânica de Rochas Aplicada à Engenharia de Petróleo
 - ★ Introdução à Engenharia de Petróleo e à Geomecânica
 - ★ Resistência dos Materiais

Introdução

- Importância da área
- Relação entre engenheiros, geólogos e geofísicos, entre outros profissionais
 - ◆ Diferentes enfoques nas modelagens de jazidas
 - ★ Modelo “fino” (geólogo): o mais detalhado possível
 - ★ Modelo “grosso” (engenheiro de reservatórios): o mais simplificado possível, dentro do necessário, para viabilizar seu processamento dentro do tempo mais curto possível. Em geral é construído a partir do modelo fino
- Evolução histórica
 - ◆ Exemplos: computação, análise química (que foi ficando cada vez mais detalhada), obtenção de cada vez mais informações etc.

Introdução

- Objetivos da disciplina
 - ◆ Fornecer elementos de análise para modelagem e previsão do desempenho de extração dos reservatórios
 - ◆ Estudo do comportamento e das características de um reservatório de petróleo
 - ★ Determinação e análise das propriedades das rochas e dos fluidos
 - ★ Interação dos fluidos dentro da rocha
 - Leis físicas
 - Movimentos dos fluidos

Exercício 1

- Escrever uma definição de engenharia de reservatórios, incluindo atribuições do engenheiro de reservatórios de petróleo (em no máximo uma página, a mão).
 - Pesquise em diferentes fontes, citando-as e colocando as referências bibliográficas (mas se for feito em sala não precisa!)
- Prazo: (conforme orientação em sala), entregue em sala

Engenharia de reservatórios

- Reservatórios são rochas contendo petróleo, sob condições adequadas à acumulação e produção
- Esta engenharia utiliza informações sobre:
 - ◆ Características das rochas e dos fluidos das formações contendo petróleo (caracterização das jazidas)
 - ◆ Seu comportamento ao longo do tempo

Engenharia de reservatórios

- Estas informações servem para:
 - ◆ Criar modelos e simulações
 - ◆ Inferir seu comportamento futuro
 - ◆ Identificar o potencial de produção (quantificar reservas)
 - ◆ Identificar o melhor modo de produção
 - ◆ Determinar o desenvolvimento de um campo e a sua produção para:
 - ★ Maximizar os lucros
 - ★ Ou maximizar a produção de hidrocarbonetos, limitando os custos (máximo custo aceitável)
 - ★ Ou **minimizar os riscos** (aspecto essencial devido às grandes incertezas dessa indústria)

Engenharia de reservatórios

- A engenharia de reservatórios, além da identificação e da caracterização do reservatório, diz respeito essencialmente ao estudo da forma de retirada dos fluidos do reservatório à superfície (Thomas)
 - ◆ Aqui há forte interação com a engenharia de poço, que é a responsável por essa retirada

Tópicos de engenharia de reservatórios

- A seguir são apresentados os tópicos principais relacionados à Engenharia de Reservatórios, com destaque para os vistos em PMI1712

Tópicos de engenharia de reservatórios

- O objetivo não é esgotar todos estes assuntos até o final deste curso, pois o conteúdo é muito extenso e alguns são mais voltados à pós-graduação
- É importante se ter uma visão geral, para que mais tarde se possa fazer uma especialização em algum(ns) deles, conforme os interesses de cada profissional
- Atenção: apenas os tópicos de PMI1712 são sugestões de temas para o trabalho individual (**os demais tópicos, com cabeçalho em vermelho, não!**)

Tópicos de engenharia de reservatórios (PMI1712)

- Propriedades dos fluidos (água, gases e hidrocarbonetos líquidos)
 - ◆ Densidade
 - ◆ Viscosidade
 - ◆ Compressibilidade
 - ◆ Tipos de reservatórios, conforme
 - ★ Comportamento de fases
 - ★ Composição
 - ◆ Misturas e soluções

Tópicos de engenharia de reservatórios (PMI1712)

- Propriedades das rochas
 - ◆ Porosidade
 - ◆ Permeabilidade
 - ★ Absoluta, efetiva e relativa
 - ◆ Saturação de fluidos
 - ◆ Compressibilidade
 - ◆ Capilaridade

Tópicos de engenharia de reservatórios (PMI1712)

- Fluxo de líquidos e gases em meios porosos
 - ◆ Diferença de pressão
 - ◆ Mobilidade de fluidos
 - ◆ Fluidos compressíveis e incompressíveis
 - ◆ Descontinuidades
 - ◆ Produtividade de poços

Tópicos de engenharia de reservatórios (PMI1712)

- Estimativa de reservas
 - ◆ Fator de recuperação

Outros tópicos de engenharia de reservatórios

- A seguir são citados outros tópicos dessa área, apenas para referência
- Atenção: os tópicos a seguir **não** serão abordados nesse semestre, e portanto não devem ser usados como temas de trabalhos!

Outros tópicos de engenharia de reservatórios

- Alguns dos itens a seguir são apresentados em outras disciplinas, como em PMI-1563 (Introdução à Engenharia de Petróleo e à Geomecânica), PMI1673 (Mecânica dos Fluidos Aplicada a Reservatórios) e PMI1913 (Engenharia de Reservatórios II)

Outros tópicos de engenharia de reservatórios (PMI1913)

- Mecanismos de produção de reservatórios
 - ◆ Influxo de água
 - ★ Modelos
 - ◆ Capa de gás
 - ◆ Gás em solução
 - ◆ Segregação gravitacional
 - ◆ Mecanismo combinado

Outros tópicos de engenharia de reservatórios (PMI1913)

- Métodos convencionais de recuperação secundária
 - ◆ Tipos
 - ★ Injeção de água
 - ★ Injeção de gás imiscível
 - ◆ Eficiência de recuperação
 - ★ Eficiência de varrido horizontal
 - ★ Eficiência de varrido vertical e volumétrica
 - ★ Eficiência de deslocamento
 - ◆ Comportamento da razão água/óleo (RAO) ou gás/óleo (RGO)

Outros tópicos de engenharia de reservatórios (PMI1913)

- Métodos especiais de recuperação secundária
 - ◆ Aplicações
 - ◆ Tipos
 - ★ Métodos miscíveis
 - ★ Métodos térmicos
 - ★ Métodos químicos
 - ★ Outros métodos

Outros tópicos de engenharia de reservatórios (PMI1913)

- Previsão de comportamento de reservatórios
 - ◆ Reservatórios de óleo com gás em solução
 - ◆ Reservatórios de óleo com capa de gás
 - ◆ Reservatórios de gás e de óleo com influxo de água
- Curvas de declínio de produção

Outros tópicos de engenharia de reservatórios (Mecânica dos Fluidos)

- Balanço de materiais em reservatórios de óleo
 - ◆ Gás em solução, capa de gás e influxo de água
- Balanço de materiais em reservatórios de gás
 - ◆ Gás seco e condensado
- Equações da difusividade

Avaliação

- Prova Exercício (PE): entra para a nota de exercícios
- A: Prova 1 (P1): sobre toda a matéria dada até então
- B: Prova 2 (P2): sobre toda a matéria dada até então, com predomínio da parte dada após a P1
- C: Exercícios/Projetos (a serem entregues na sala, no mesmo dia, ou conforme combinado em sala; além disso, incluem a prova exercício)
- D: Trabalho
 - ◆ Tema (até a data da PE)
 - ◆ Preliminar (até a data da P1)
 - ◆ Final (até a data da P2)

Avaliação

- C: Projeto (a confirmar; os prazos e as %'s da nota serão conforme informado em sala)
 - ◆ 1) Krigagem / Simulação Condicional
 - ◆ 2) Diferenças Finitas
 - ◆ 3) Simulação do Escoamento (desenvolvimento do programa)
 - ◆ 4) Estudo de Caso (aplicação do programa)
- Nota final = $0,25*A+0,25*B+0,25C+0,25D$
- Apresentação do trabalho (até o final do semestre): até 2,0 em D
- A ou B Prova substitutiva: sobre toda a matéria (observação: em geral é mais difícil!)
- Prova de recuperação (sugestão de data na ementa, passível de alteração a pedido dos alunos)

Conclusões

- **Importante:** o material de aula (*slides*) é apenas para referência. A teoria completa deve ser estudada pelo **livro-texto!**
- Considerações finais

Referências sobre essa aula

- AHMED, T. *Reservoir Engineering Handbook*. 2.ed. Gulf Professional Publishing, Boston, 2001.
- COSSÉ, R. *Basics of Reservoir Engineering*, Gulf Publishing Company, Houston, 1993.
- FANCHI, J.R. *Principles of Applied Reservoir Simulation*, Gulf Publishing Company, Houston, 1997.
- ROSA, A. J.; CARVALHO, R. S. *Previsão de Comportamento de Reservatórios de Petróleo*. Editora Interciência, Rio de Janeiro, 2002.
- ROSA, A.; CARVALHO, R.; XAVIER, D. *Engenharia de Reservatórios de Petróleo*. Editora Interciência, Rio de Janeiro, 2006 (**livro-texto**).
- SCHLUMBERGER. *Oilfield Glossary*. Disponível em <<http://www.glossary.oilfield.slb.com/>>
- THOMAS, J.E. *Fundamentos de Engenharia de Petróleo*, Editora Interciência, Rio de Janeiro, 2001.

Sumário da aula

- Relação com disciplinas anteriores
- Introdução
- Exercício 1
- Engenheiro de reservatórios
- Tópicos de engenharia de reservatórios
- Avaliação
- Conclusões
- Referências sobre essa aula

PMI-1712 Aula 1

Próxima Aula

- Propriedades básicas (fluidos)