

Os Ciclos Exploratórios e do Desenvolvimento da Produção na Indústria do Petróleo

Farid S. Shecaira - Engenheiro de Petróleo

Apresentação ao Capítulo Estudantil SPE da USP

19/10/2020

Farid S. Shecaira – Engenheiro de Petróleo

faridshcaira@hotmail.com

Engenheiro da Petrobras desde 1980, tendo ocupado os seguintes cargos: Pesquisador do CENPES, Chefe da Divisão de Geologia e Engenharia de Reservatórios do CENPES; Consultor Técnico; Coordenador do Programa de Recuperação Avançada de Petróleo; Gerente de Desenvolvimento da Produção da Petrobras America; Gerente de Produção, Reservas e Reservatórios da Área Internacional da Petrobras, Gerente dos mega-projetos do Pré-Sal Iara e Atapu. Gerente Geral de Exploração e Produção do CENPES.

Engenheiro Civil pela USP (1979), Extensão em Engenharia de Petróleo pela Petrobras (CEP-80), Mestre em Engenharia de Petróleo pela Universidade Federal de Ouro Preto (1988) e Doutor em Engenharia de Petróleo pela Universidade do Texas em Austin (1998). Professor da Pós-Graduação em Engenharia de Petróleo na PUC-Rio (2000-2014). Ex- Presidente da SPE Seção Brasil (2012-2014) e diretor desta instituição em vários mandatos.

SPE – Society of Petroleum Engineers

www.spe.org

Associação profissional internacional dos profissionais do Petróleo

- Mais de 124 mil membros
- 135 países
- 190 Seções (3 no Brasil)
- 295 capítulos estudantis, um na USP



Brazil Section

OnePetro is a unique library of technical documents and journal articles serving the oil and gas exploration and production industry.

- www.onepetro.org

PetroWiki was created from the seven volume Petroleum Engineering Handbook published by the SPE

- petrowiki.org/PetroWiki

Reservatórios de Petróleo e Aspectos de Riscos e Valoração de Projetos de Desenvolvimento da Produção

1. O que são Reservatórios de Petróleo
2. Propriedades de rochas-reservatório: Saturação, Porosidade, Permeabilidade, Permeabilidade relativa
3. Fluidos de Reservatório
4. Distribuição dos fluidos em Reservatório
5. Ciclos Exploração/Desenvolvimento/Produção
6. Recuperação Secundária de Petróleo
7. Recuperação Terciária de Petróleo
8. Produção de água
9. Reservas, impacto das reservas na saúde financeira das empresas de Petróleo
10. Riscos
11. Métricas de avaliação de projetos de petróleo
12. Outros tópicos de interesse da platéia

Todas as informações mostradas nesta palestra são públicas e/ou baseadas na experiência pessoal do autor

O que são Reservatórios de Petróleo?

- Um reservatório de petróleo é um volume de rocha porosa ou fraturada portadora de petróleo
- Os reservatórios mais comuns são constituídos por rochas areníticas ou carbonáticas
- Petróleo, no sentido mais amplo, pode ser entendido como óleo ou gás
- O óleo ou gás fica “presos” em trapas (“armadilhas”) ou estruturais



--Trapas Estratigráficas – relacionadas a dobramentos das camadas rochosas



--Trapas estruturais – relacionadas falhas (“quebras”) selantes

Quando haverá petróleo em reservatórios?

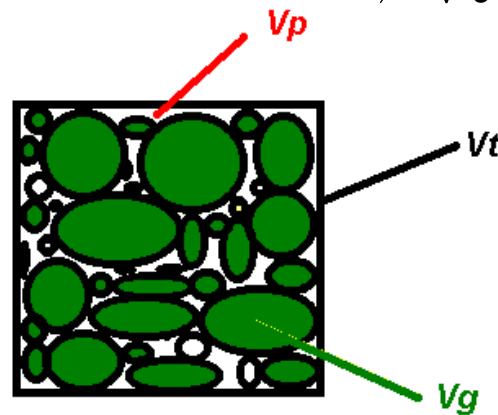
- Quando houver **geração** de hidrocarbonetos, em que altas pressões e temperaturas transformem resíduos fósseis (plancton, algas, conchas) em óleo e gás.
- O óleo ou gás forma-se em **rochas sedimentares em ambientes de águas** (mares, rios, lagos)
- O óleo (ou gás) sobe por gravidade para o sedimentos depositados acima da rocha geradora. A este processo dá-se o nome de **migração**.
- Se não encontrar trapas óleo “exsuda” – sobe à superfície
- É necessário, portanto, que fique armazenado em rochas porosas ou fraturadas mas contido por rochas “selantes” como por exemplo um folhelho, ou domos salinos – Existência de “selo”
- A rocha reservatório é **permo-porosa** – isto é, pode portar o óleo (é porosa) e permite a percolação do óleo sob a presença de um diferencial de pressão (é permeável)
- **Sistema Petrolífero exige, portanto: Geração, Migração, Selo e Reservatório**

Reservatórios de Petróleo e Aspectos de Riscos e Valoração de Projetos de Desenvolvimento da Produção

1. O que são Reservatórios de Petróleo
2. Propriedades de rochas-reservatório: Saturação, Porosidade, Permeabilidade, Permeabilidade relativa
3. Fluidos de Reservatório
4. Distribuição dos fluidos em Reservatório
5. Ciclos Exploração/Desenvolvimento/Produção
6. Recuperação Secundária de Petróleo
7. Recuperação Terciária de Petróleo
8. Produção de água
9. Reservas, impacto das reservas na saúde financeira das empresas de Petróleo
10. Riscos
11. Métricas de avaliação de projetos de petróleo
12. Outros tópicos de interesse da platéia

POROSIDADE

Definição: $\phi = \frac{V_p}{V_t} (\times 100\%)$



V_p = Volume Poroso

V_t = Volume Total

V_g ou V_s = Volume de Sólidos

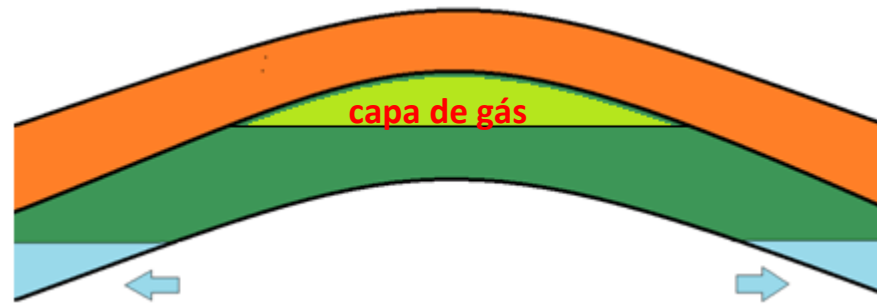
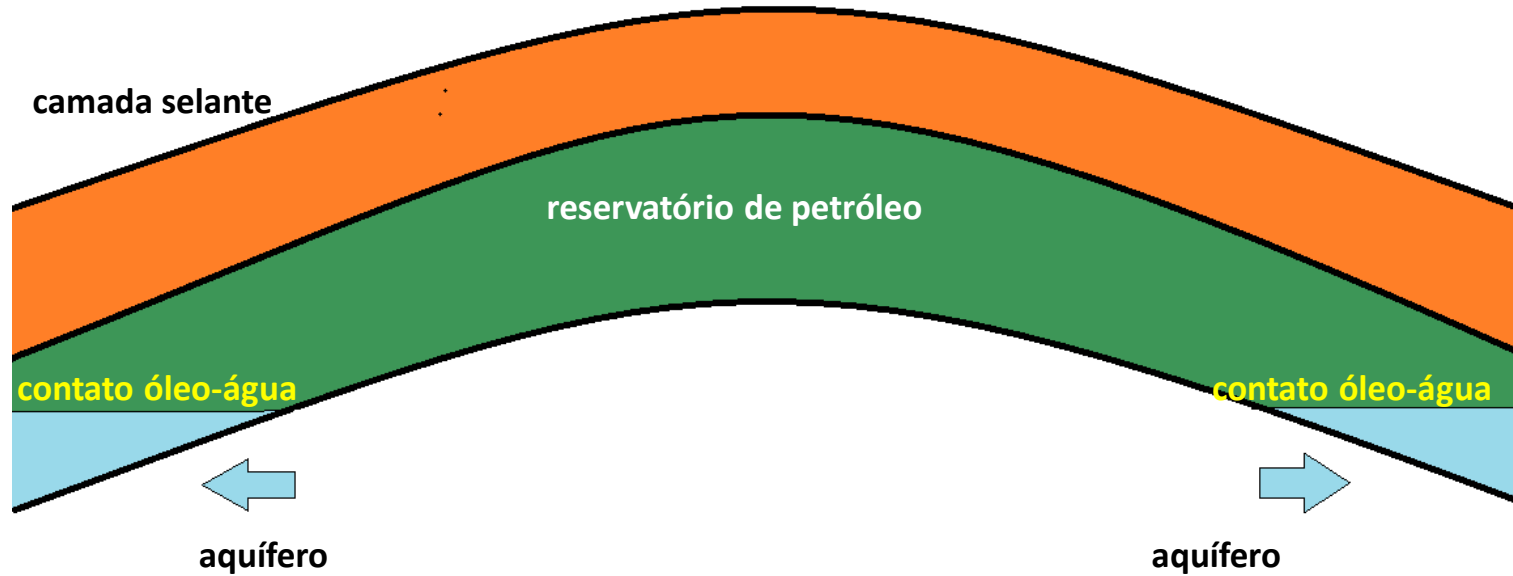
SATURAÇÃO

Definição de Saturação de um fluido f

$$S_f = \frac{V_f}{V_p} \quad f = o, g, w$$

$$S_o + S_g + S_w = 1$$

Distribuição de Fluidos no Reservatório



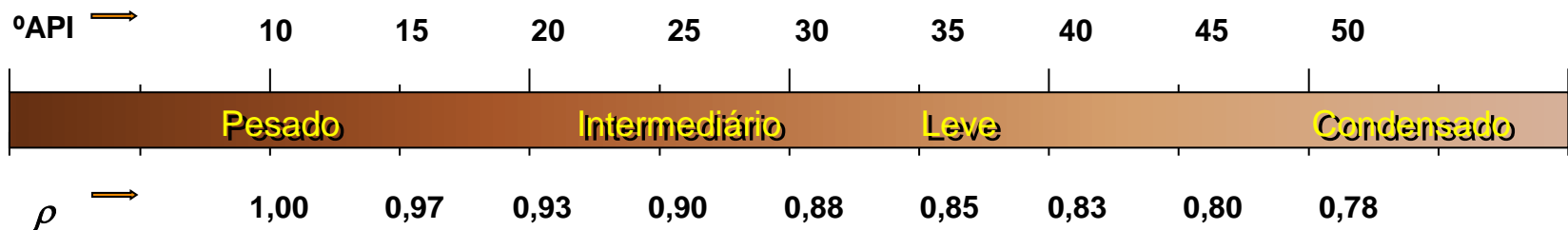
Que fluidos há nos reservatórios?

- **Óleo + água → na superfície: óleo + água + gás**
 - Reservatório de óleo
 - Produção de óleo, água e gás associado
- **Óleo + água + gás (no topo, livre, por sobre o óleo) → na superfície: óleo + água + gás**
 - Reservatório de óleo
 - Produção de óleo, água e gás associado + gás “da capa”
- **Gás + Água → na superfície: gás + água**
 - Reservatório de gás
 - Produção de gás livre e água
- **Gás “rico” + Água → na superfície: gás, condensado e água**
 - Reservatório de gás-condensado
 - Produção de condensado, água e gás livre

Valoração dos petróleos

Grau API

$$^{\circ}\text{API} = \frac{141,5}{\rho} - 131,5$$

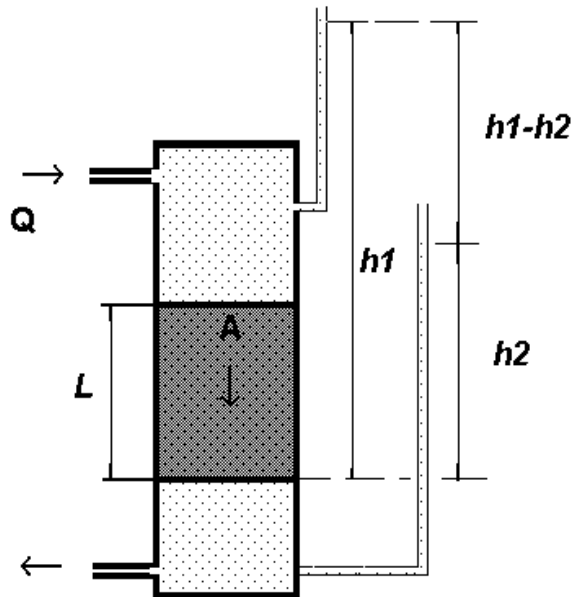


- O grau API dá apenas um indicativo rápido do valor do petróleo.
- Os óleos leves, por proporcionarem mais gasolina no refino, tendem a ser mais valorizados
- Para prever o valor de um óleo deve-se determinar a proporção dos produtos de refino (simulação em laboratório)
- Alguns fatores como contaminantes (H₂S) e ácidos naftênicos aumentam o índice de acidez (NAT) diminuem o valor comercial de um petróleo pois causam dano aos equipamentos de refino
- O petróleo é valorado através de um *spread* em relação ao Brent ou WTI

PERMEABILIDADE (absoluta)

Experimento de Darcy

$$q = KA \frac{h_1 - h_2}{L}$$



q = vazão

h_1, h_2 = altura ou carga

A = área da seção

L = comprimento

K = permeabilidade

•Condições para validade

- meio poroso 100% saturado por um único fluido.
- fluxo linear, unidimensional
- meio poroso e fluido não interagem química ou mecânicamente
- escoamento em regime laminar

•Unidades k : Darcy, miliDarcy

PERMEABILIDADE

Generalização da lei de Darcy (unidimensional, forma diferencial)

$$\vec{u} = -\frac{k}{\mu} \frac{d\phi}{ds}$$

u = (vetor) velocidade de Darcy

μ = viscosidade

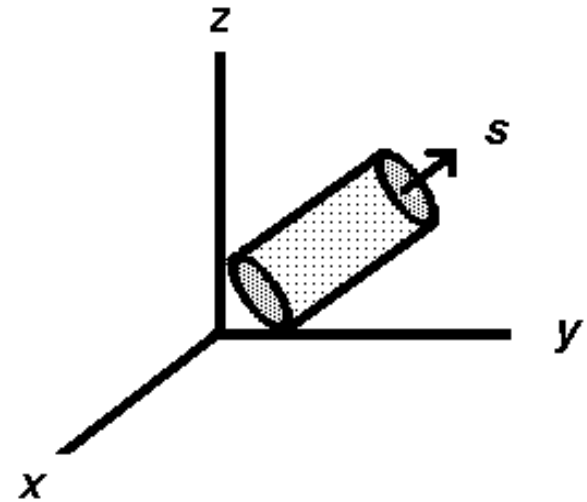
s = distância na direção s

ϕ = potencial = $p + \rho g z$

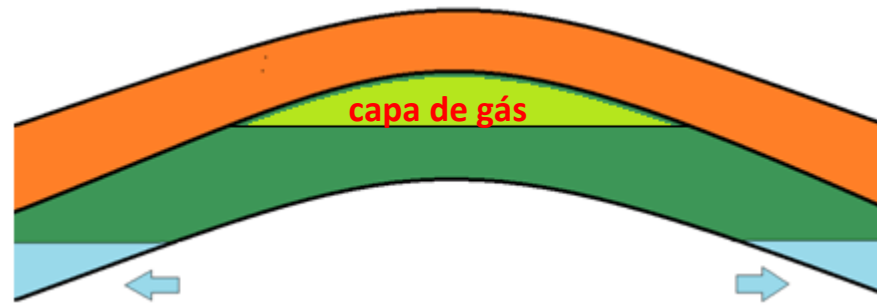
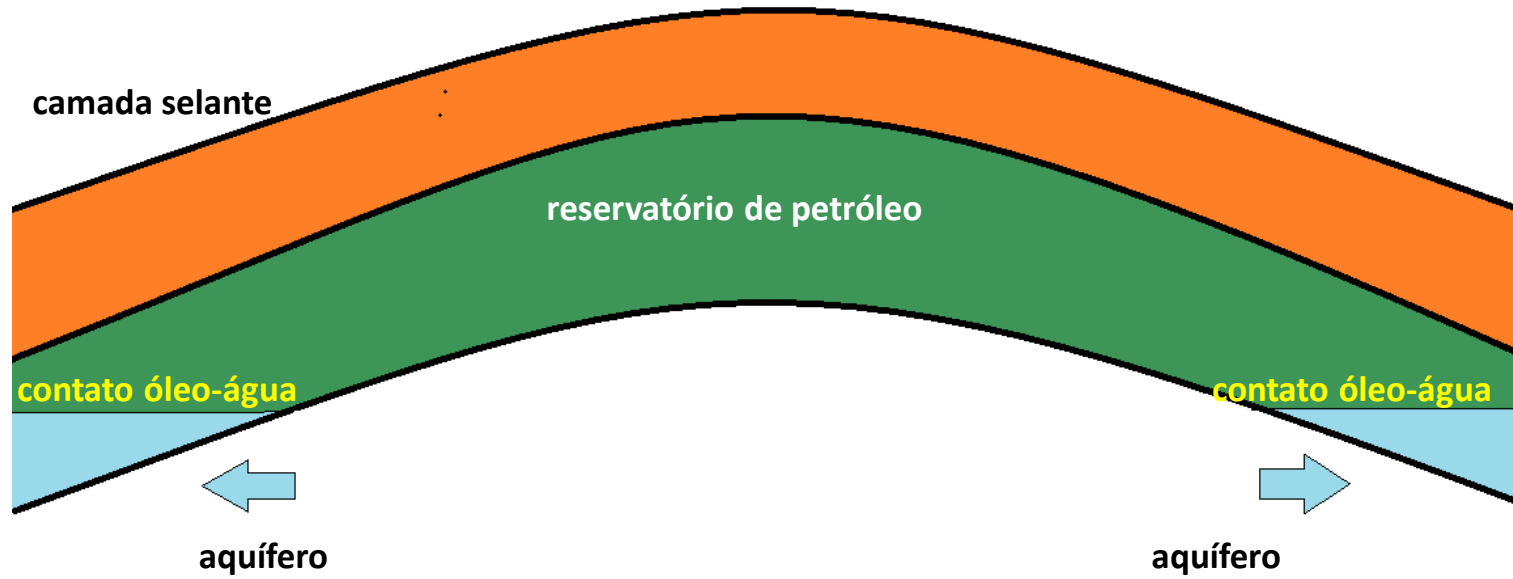
+ → eixo z para cima

- → eixo z para baixo

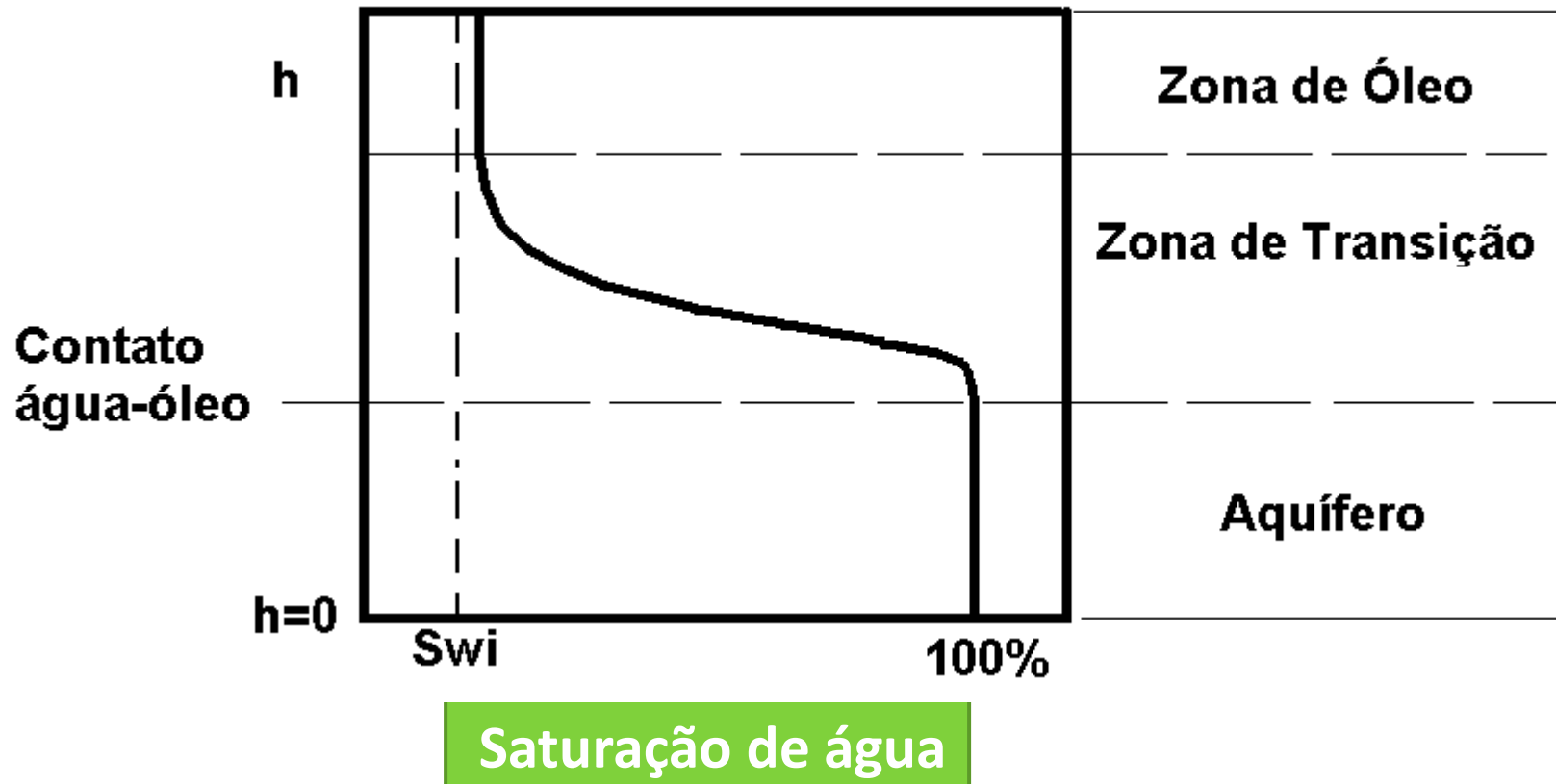
$$\vec{u} = -\frac{k}{\mu} \left(\frac{dp}{ds} + \rho g \frac{dz}{ds} \right)$$



Distribuição de Fluidos no Reservatório



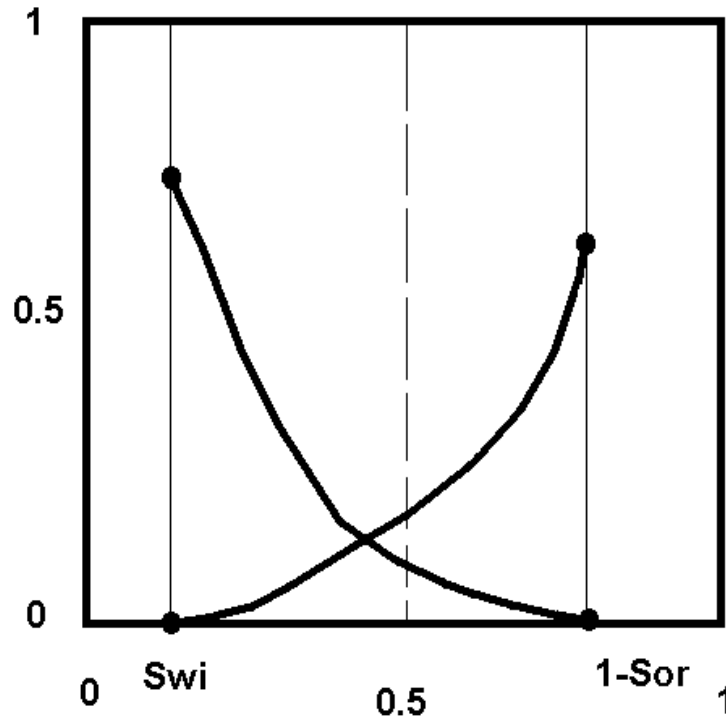
Distribuição de Fluidos nos Reservatórios. Reservatórios de Óleo



Permeabilidade Relativa

1 equivale à
permeabilidade absoluta

permeabilidade
relativa



Saturação de água

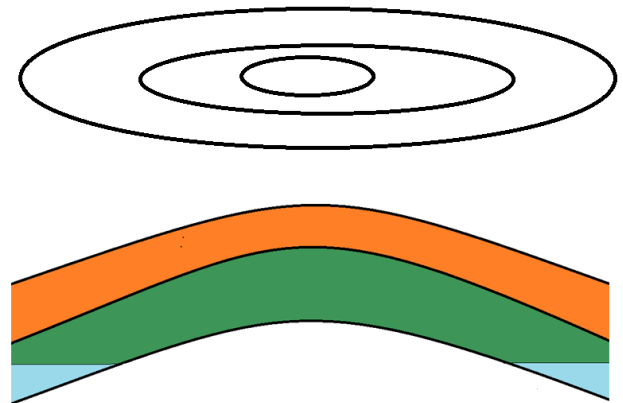


Qual a importância das saturações e da porosidade?

- Saturações e porosidades, estimadas em cada ponto dos reservatórios permitem calcular o VOOIP (volume original de óleo *in place*)
- Exemplo simplificado de cálculo

$$V_{ooip} = \frac{Area * H_{med} * \theta_{med} * S_{o med}}{B_o}$$

Mapa de isópacas

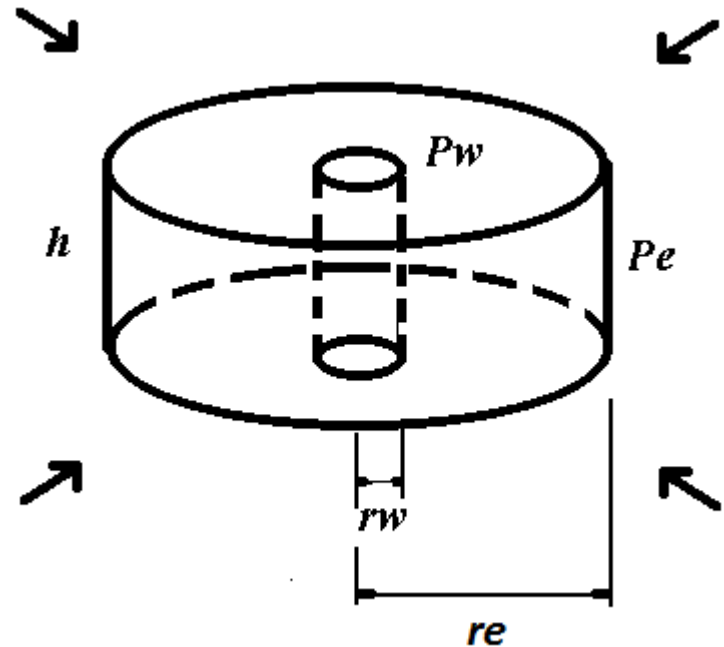


Qual a importância da permeabilidade?

- A permeabilidade tem que ser estimada em cada ponto do reservatório, pois ela define se haverá transporte de óleo para os poços
- A permeabilidade está também intimamente relacionada com a produtividade dos poços

$$Q = IP \Delta P = IP (P_e - P_w)$$

$$Q = \frac{2\pi KH}{\mu \ln\left(\frac{R_e}{R_w}\right)} (P_e - P_w)$$

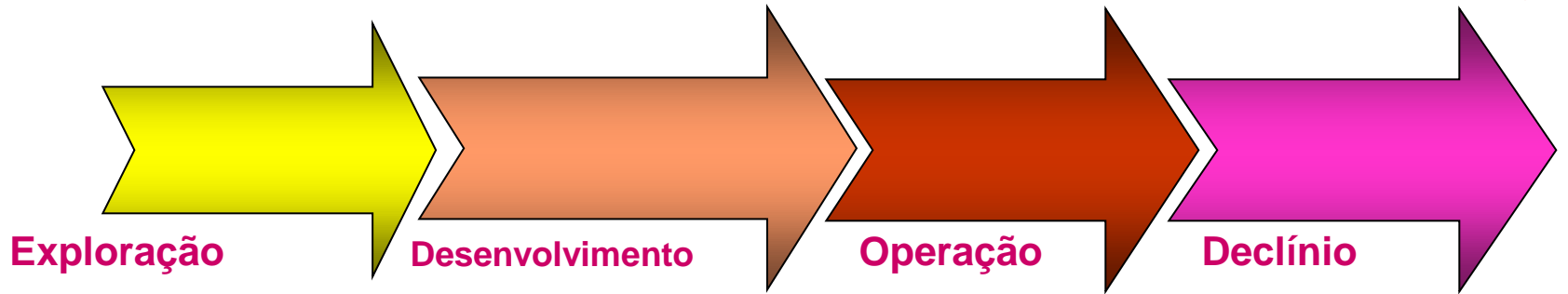


Reservatórios de Petróleo e Aspectos de Riscos e Valoração de Projetos de Desenvolvimento da Produção

1. O que são Reservatórios de Petróleo
2. Propriedades de rochas-reservatório: Saturação, Porosidade, Permeabilidade, Permeabilidade relativa
3. Fluidos de Reservatório
4. Distribuição dos fluidos em Reservatório
5. Ciclos Exploração/Desenvolvimento/Produção
6. Recuperação Secundária de Petróleo
7. Recuperação Terciária de Petróleo
8. Produção de água
9. Reservas, impacto das reservas na saúde financeira das empresas de Petróleo
10. Riscos
11. Métricas de avaliação de projetos de petróleo
12. Outros tópicos de interesse da platéia

Ciclo Exploração/Desenvolvimento/Produção

Produção

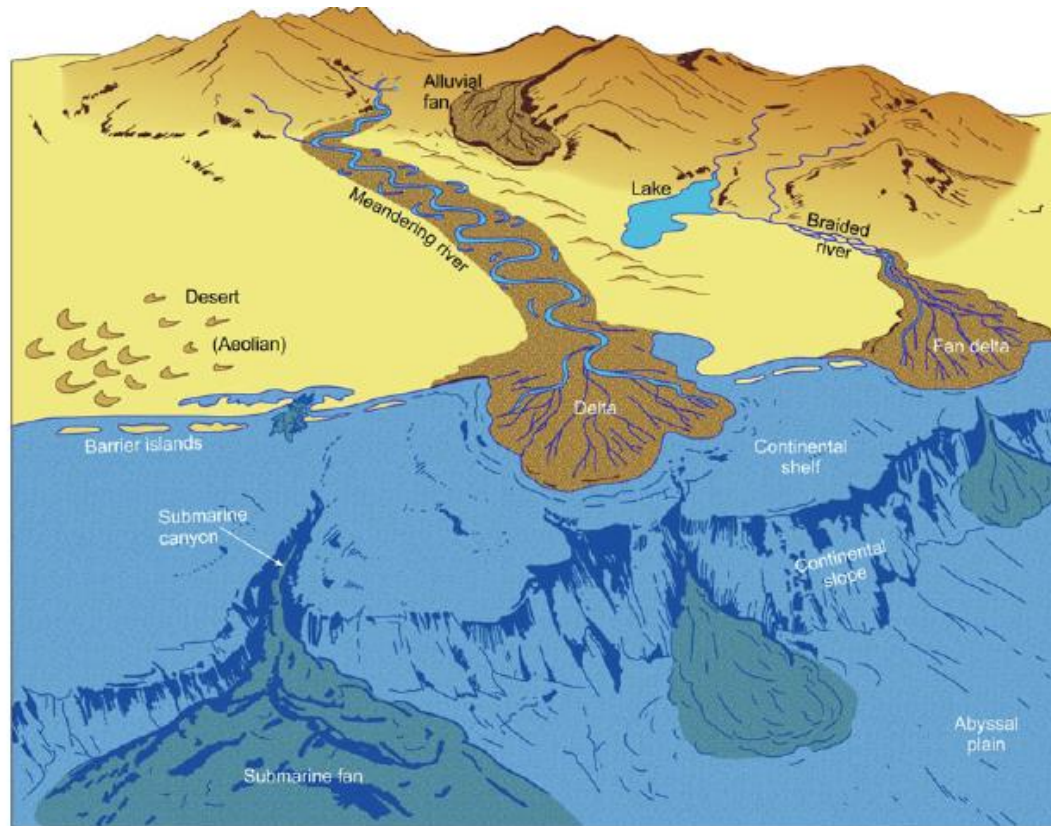


Concepção deste slide: Jorge Oscar de Santanna Pizarro

Fase Exploratória

- **Construção do portfólio exploratório**
 - Aquisição de áreas
 - Definição da área geográfica de atuação
 - Equilíbrio do portfólio: blocos com diferentes graus de maturação
- **Modelagem geológica: o óleo aparece primeiro na “cabeça do geólogo”**
- **Aquisição de dados sísmicos, 2D, 3D**
- **Perfuração de poços exploratórios – pioneiros, de delimitação**
 - Amostragens de calha
 - Testemunhos
 - Aquisição de fluidos com amostrados a cabo
 - Perfilagem
 - Teste de formação a poço aberto
- **Avaliação de uma campanha exploratória medida com base no VDER (volume descoberto economicamente recuperável)**
- **Avaliação de resultados globais medidos com base no custo unitário de exploração (total US\$/ VDER) → (vder/boe)**
- **Áreas com poços secos devem ser levadas a resultado: “há esqueletos no armário?”**

Modelo Geológico: Reservatórios Clásticos



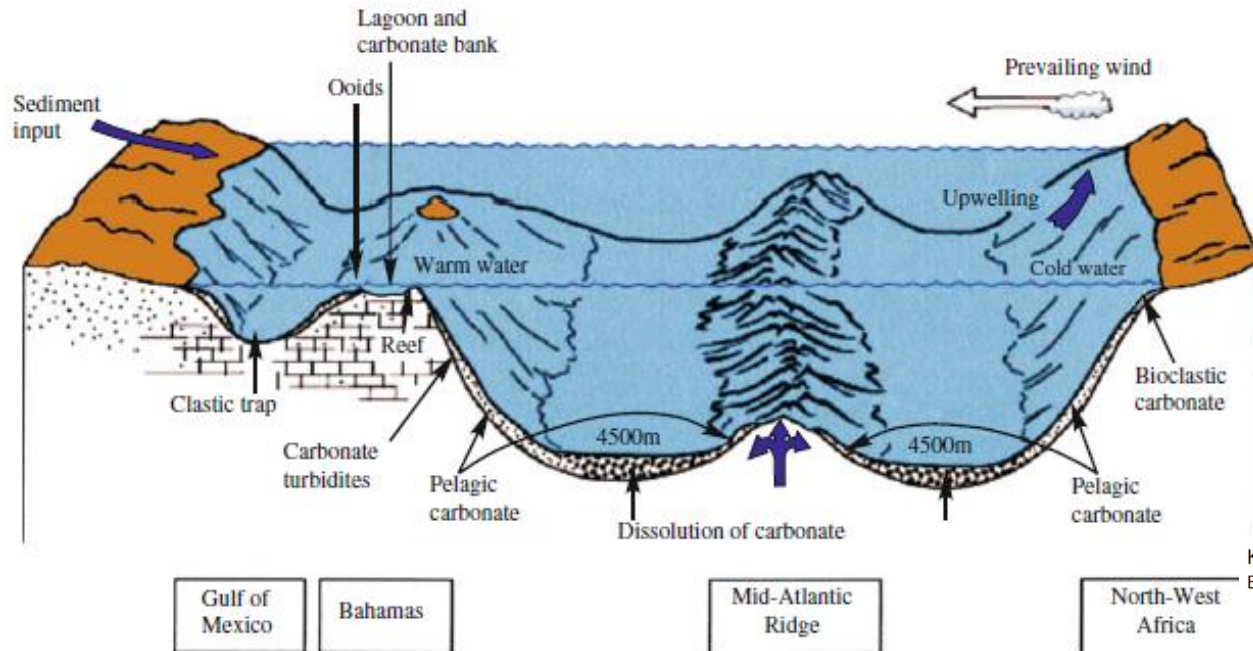
Knut Bjørlykke
Editor

Petroleum Geoscience

From Sedimentary Environments to
Rock Physics

Fig. 2.23 Schematic representation of sedimentary facies on a passive margin

Modelo Geológico: Reservatórios Carbonáticos



Knut Bjørlykke
Editor

Petroleum Geoscience

From Sedimentary Environments to
Rock Physics

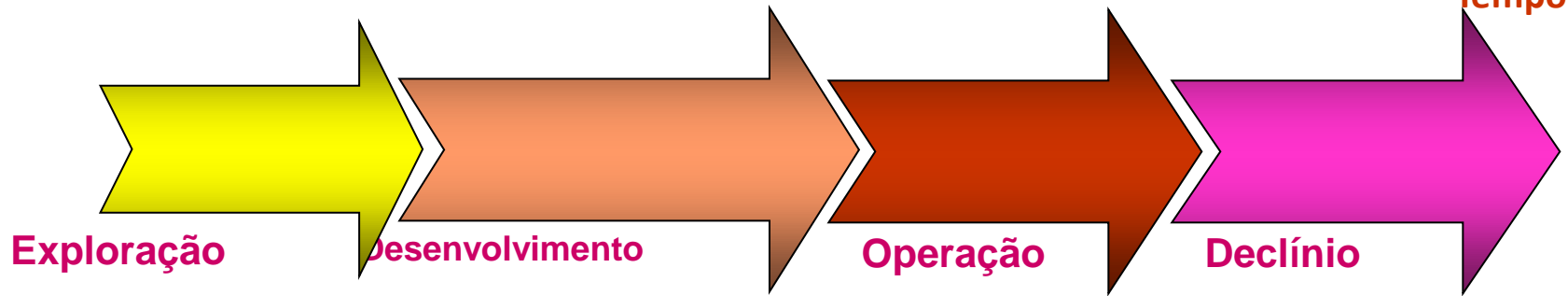
Fig. 5.45 Distribution of carbonate sediments across the Atlantic Ocean (modified from Bjørlykke 1989)

Ciclo Exploração/Desenvolvimento/Produção

Produção



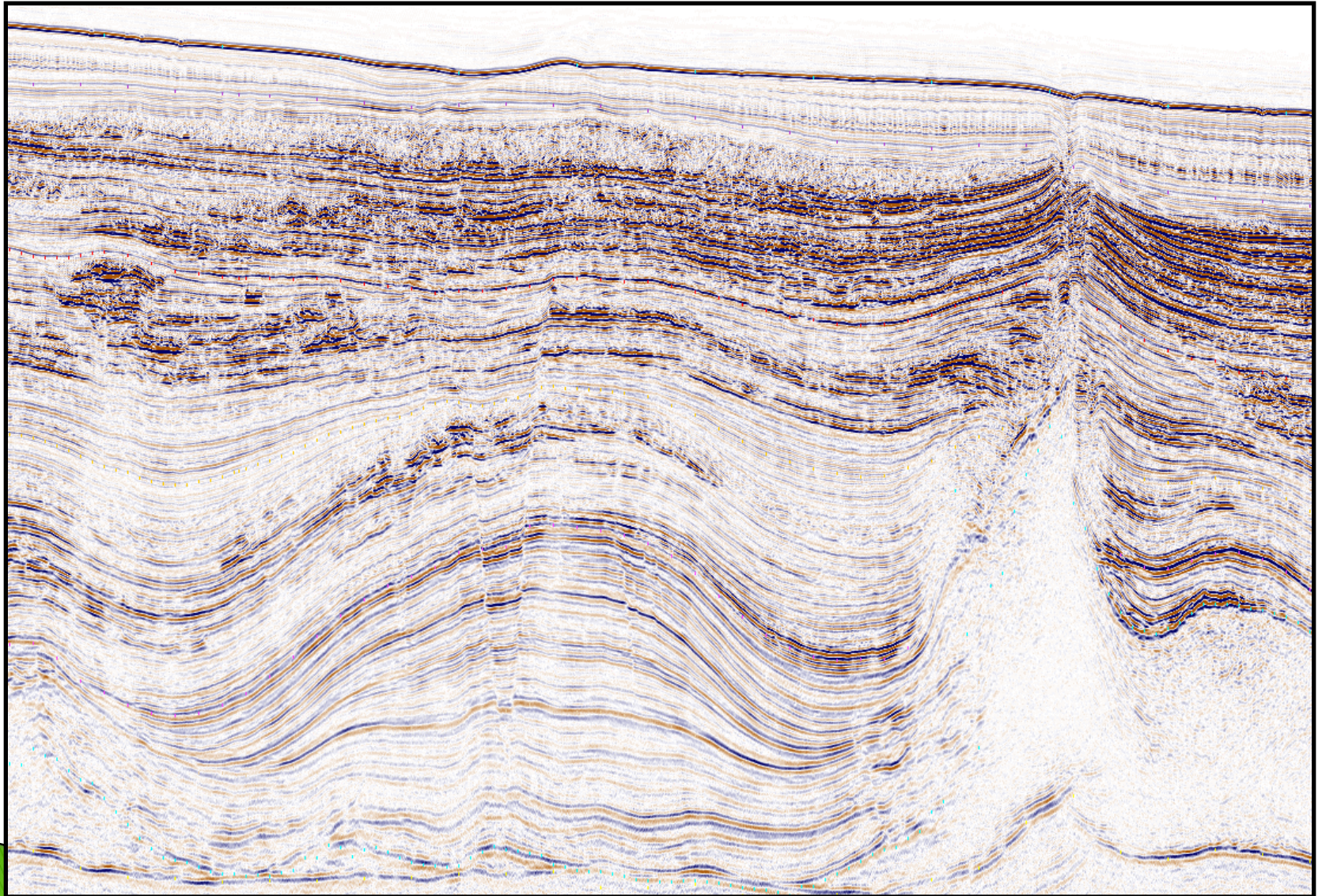
Tempo



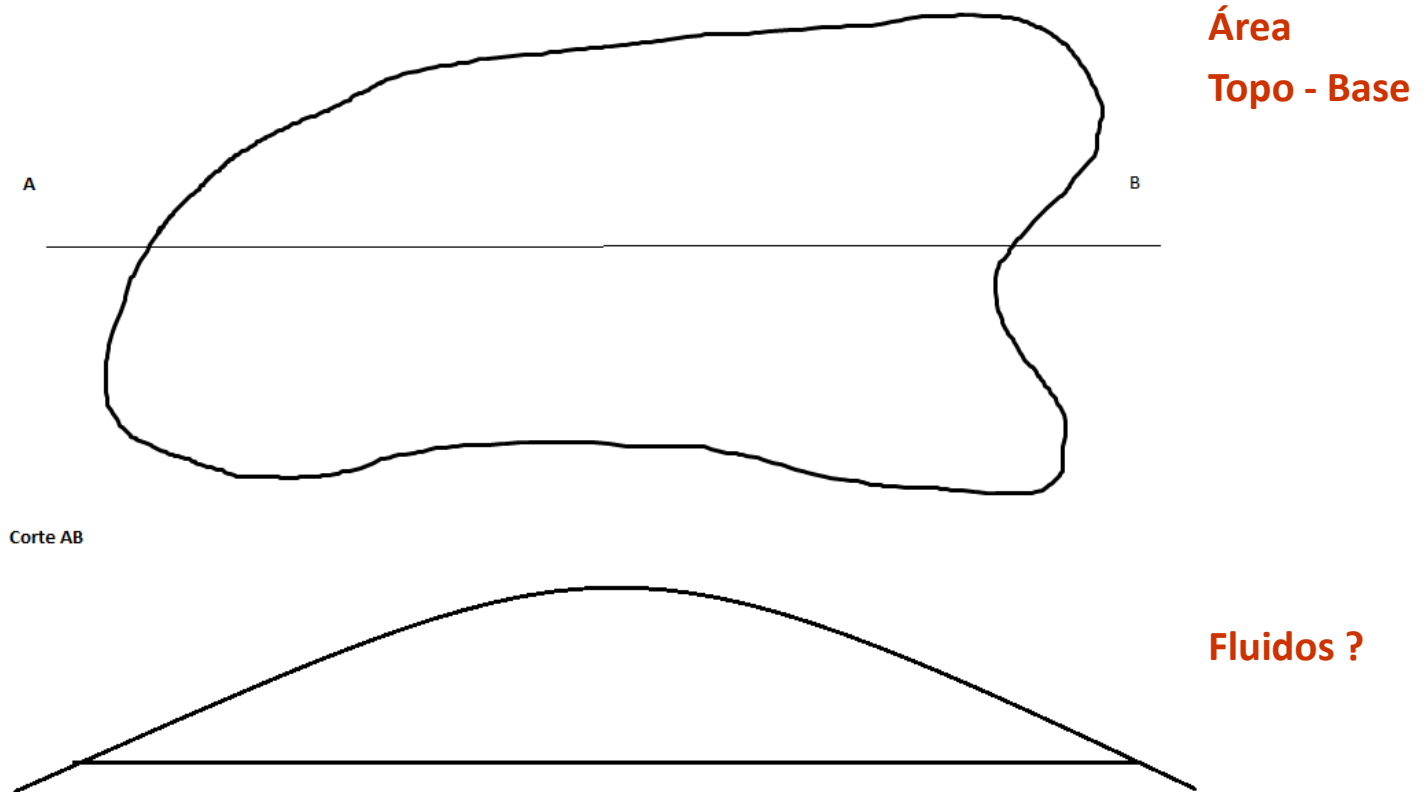
Aquisição Sísmica Marítima



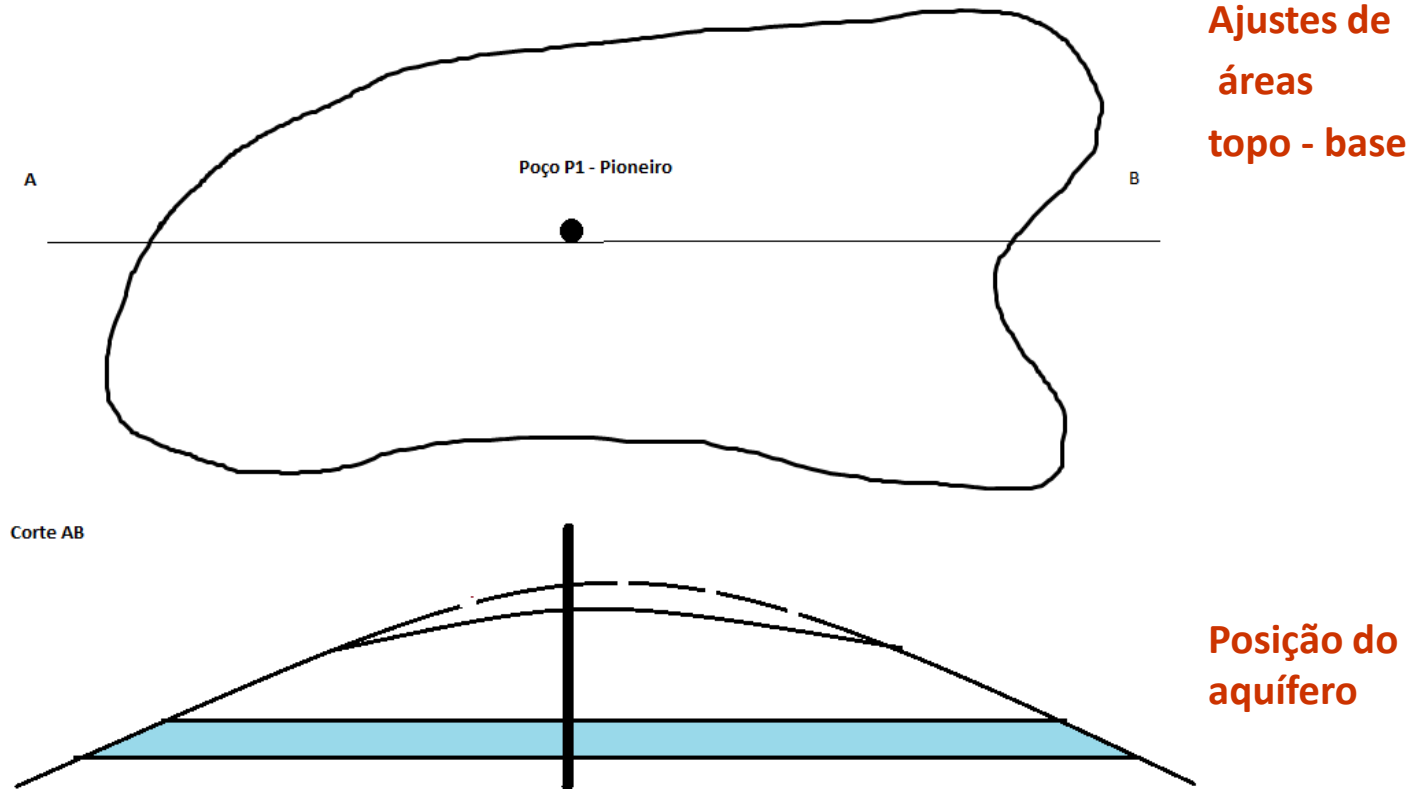
Seção Sísmica



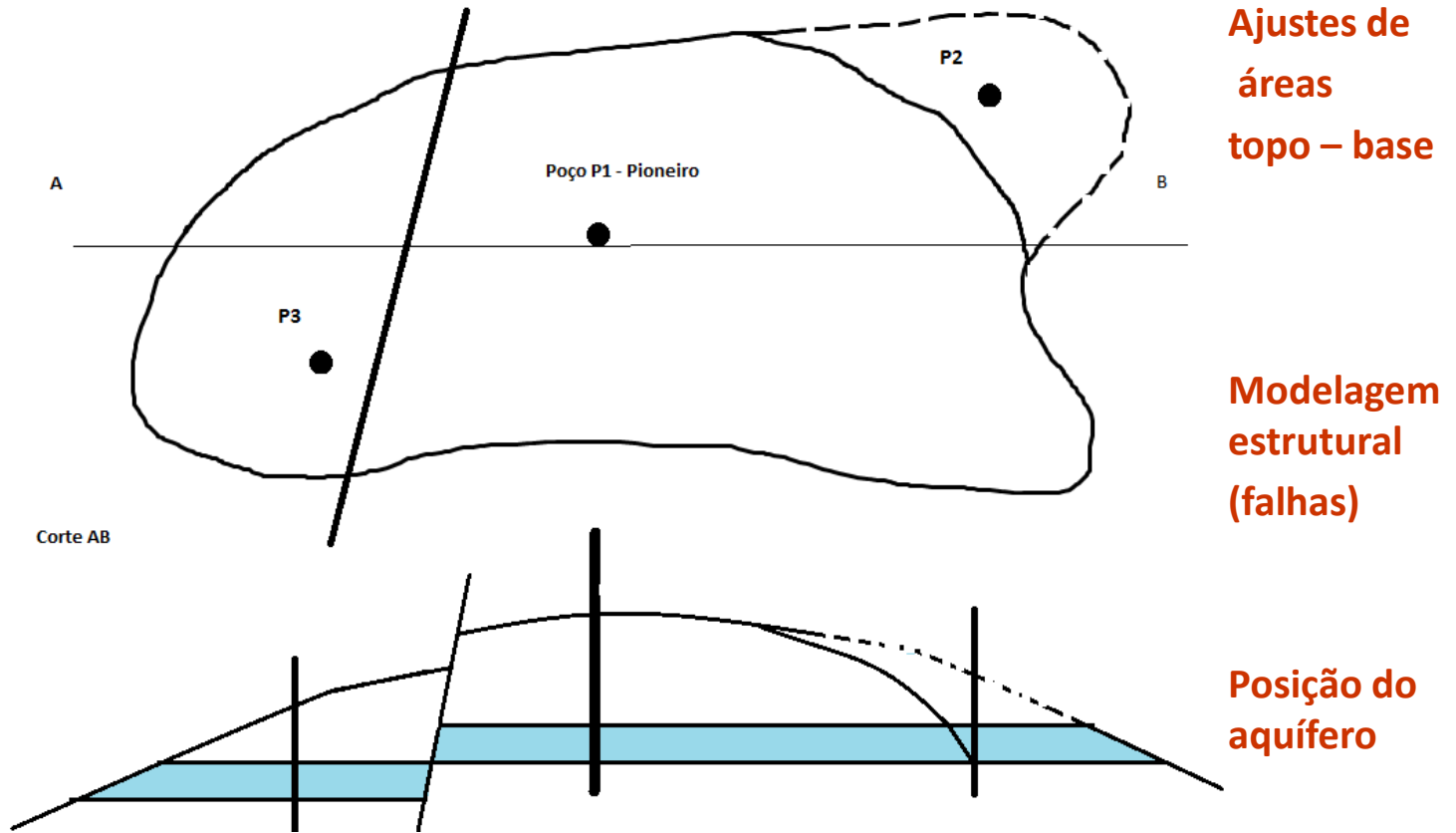
Processo Exploratório – Visão da sísmica e da modelagem geológica



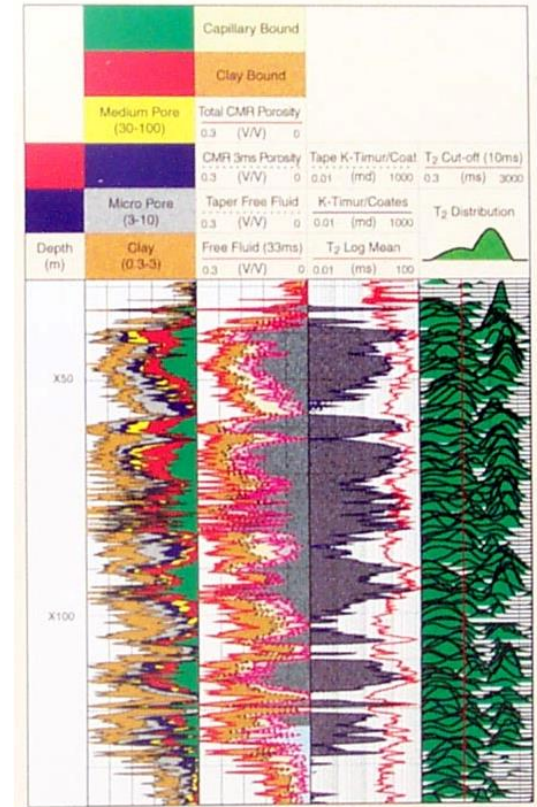
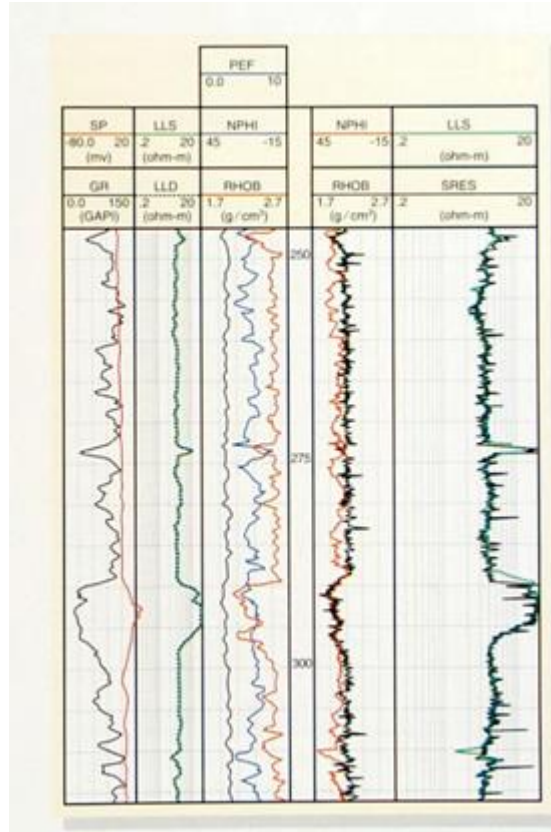
Processo Exploratório – Poço Pioneiro



Processo Exploratório – Poços de extensão ou de avaliação exploratória



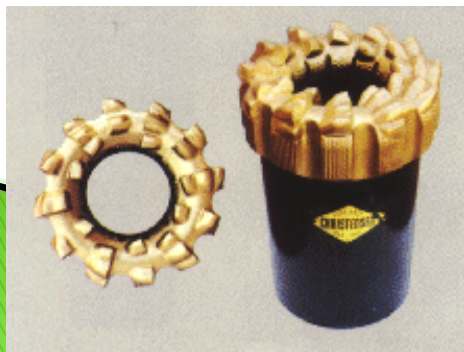
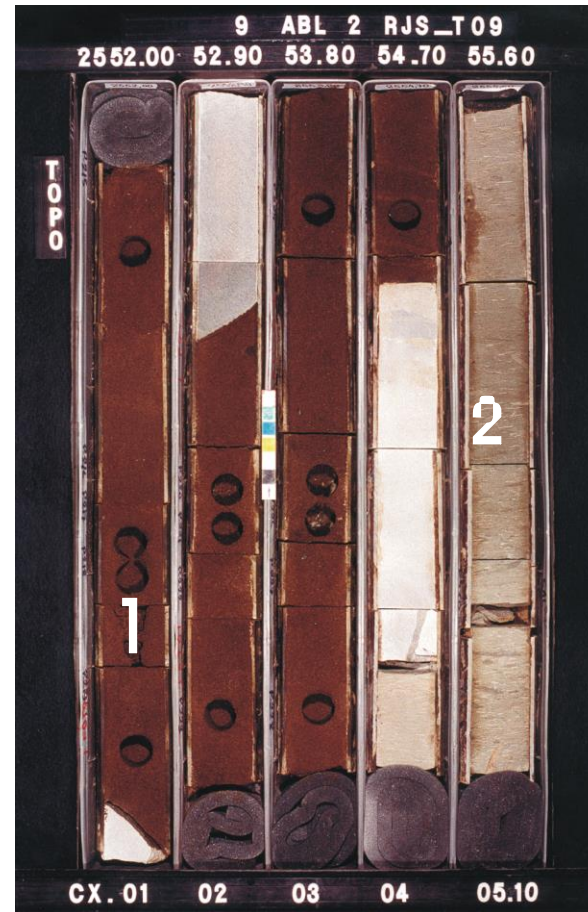
Perfilagem



• Dados obtidos por perfis

- Porosidades
- Resistividade → Saturações de fluidos, S_w → posição do aquífero
- Resposta sônica; resposta ao bombardeio com neutrons; emissão natural de raios-gama → densidades de grãos das camadas, litologia (camadas e tipos de rochas)
- Indicações da permeabilidade
- Imagens de zonas fraturadas

Testemunhos



• Os testemunhos permitem

- Realizar extensos estudos sedimentológicos, petrográficos, petrofísicos, biocronoestratigráficos, paleontológicos, geomecânicos e de engenharia
- Definir o modelo e o ambiente deposicional
- “Calibrar” perfis

Poço em Teste

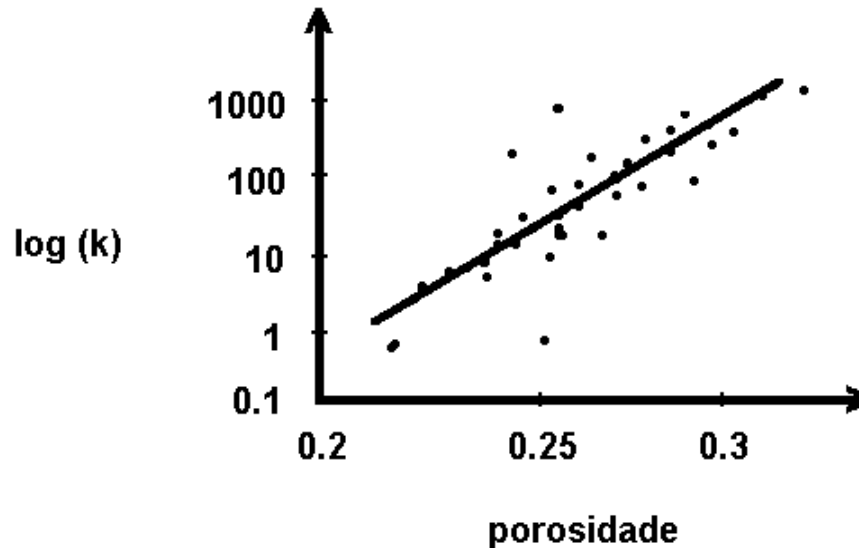


- **Dados obtidos nos testes**
 - **Amostras dos fluidos de reservatórios**
 - **Permeabilidades médias nas área drenadas**
 - **Volume total drenado**
 - **Formato aproximado do reservatório**
 - **Indicação de zonas fraturadas que alimentam o poço**

“Calibração” de perfis

- **Porosidade de Perfis X Porosidade efetiva da rocha, medida em laboratório**
- **Saturações de Perfis X Saturações da rocha, medida em laboratório**
- **Permeabilidade estimada pelo perfil de RMN X permeabilidades medidas em laboratório**
- **Curvas permeabilidade X porosidade**
- **“Assinatura” litológica apresentada pelos perfis X litologia descrita pelo geólogo examinando o testemunho**

CORRELAÇÃO PERMEABILIDADE x POROSIDADE



$$\log(k) = a (\text{phi}) + b$$

Rochas permo-porosas naturais apresentam relação entre permeabilidade e porosidade similar à representada acima. A qualidade do ajuste varia muito. Esse ajuste permite estimar permeabilidade através de dados de perfis de porosidade

Gestão de Projetos – Sistema FEL (Front End Loading)

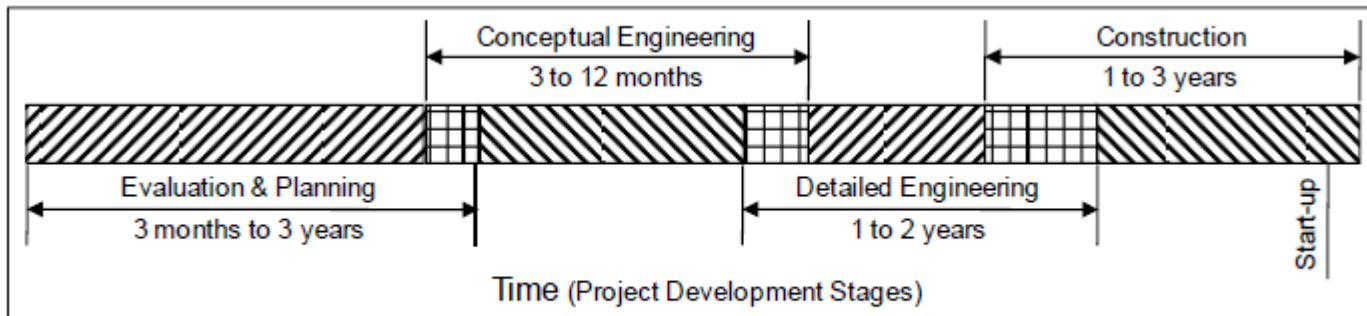
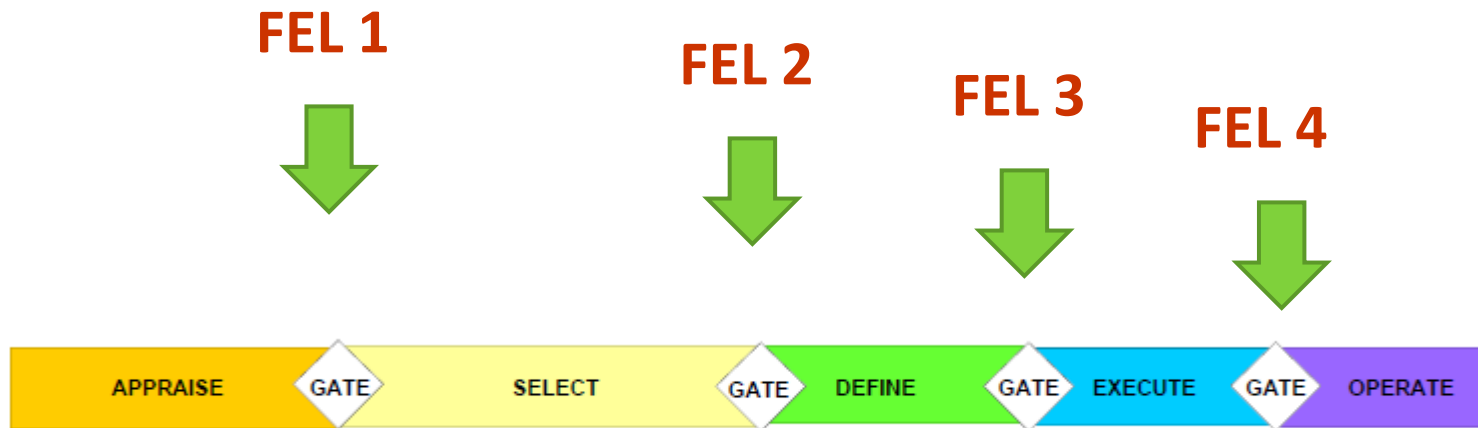
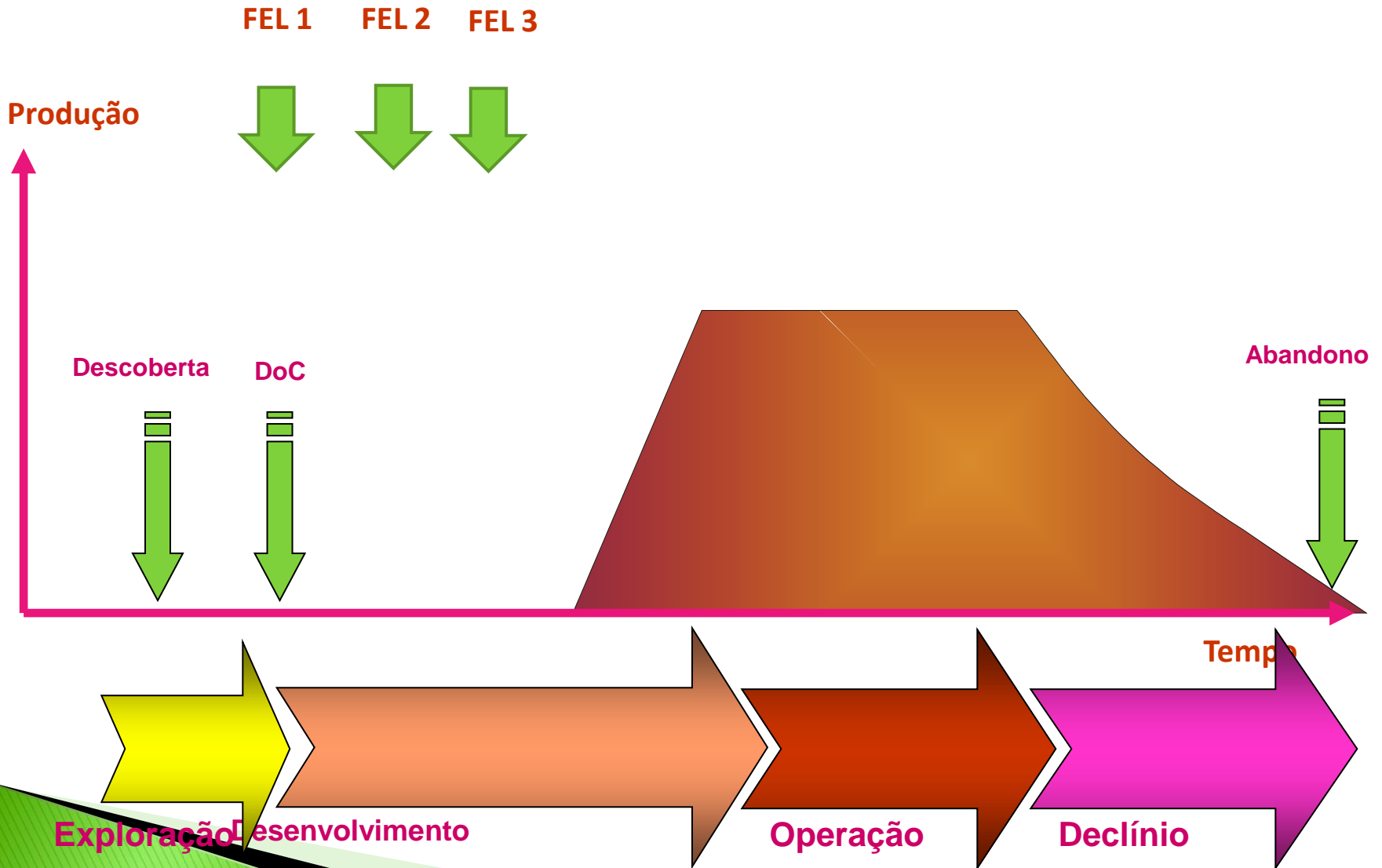


Fig. 7.1—Typical project phases [adapted from Clark and Lorenzoni (1978)].

Ciclo Exploração/Desenvolvimento/Produção



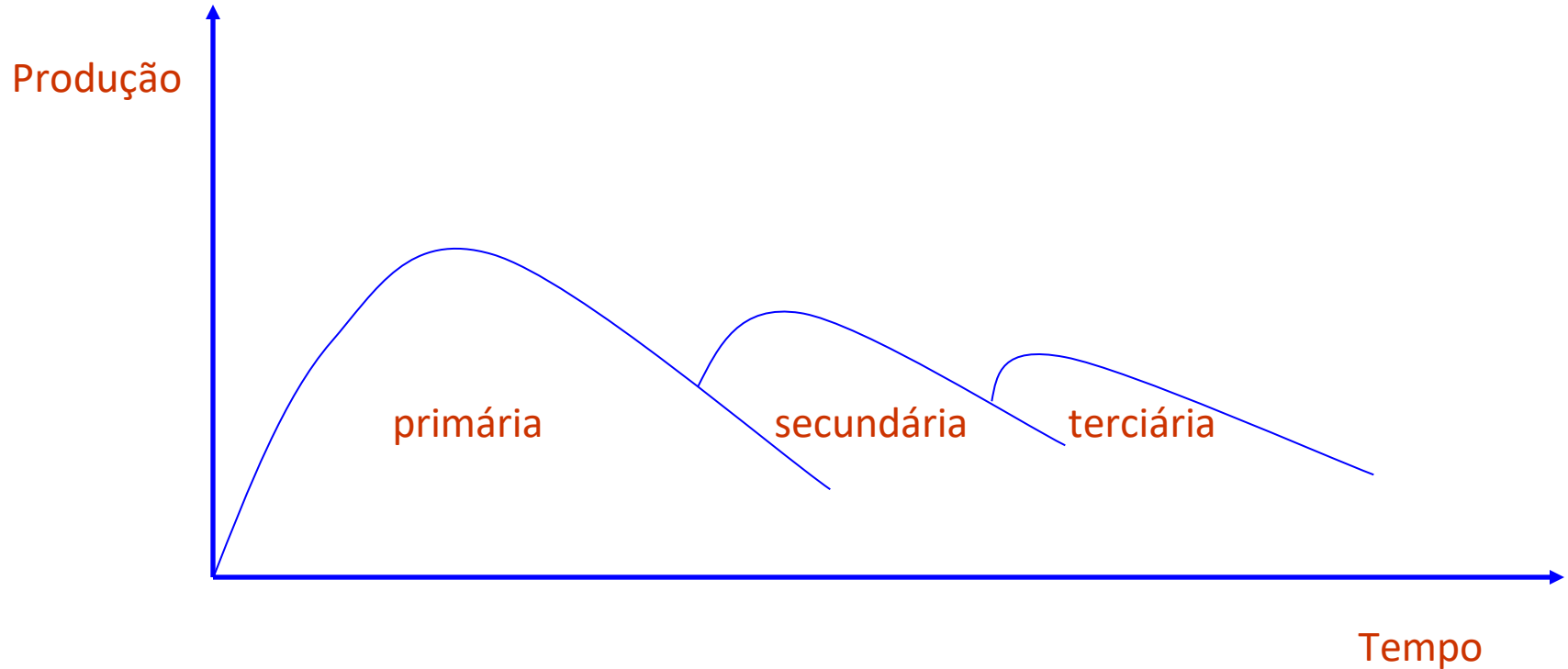
Concepção do Projeto de Engenharia

- Antes do FEL1 verifica-se se o projeto é comercial
- Passado FEL 1, entra-se no FEL 2 quando se realiza a comparação de alternativas para definir qual a melhor
- Passado FEL 2, entra-se no FEL 3 quando se faz o projeto básico final e o projeto é sancionado
- Em cada fase são repetidos, sempre com maior detalhamento e menor grau de incertezas:
 - Estudo de reservatórios (visão de produção e reservas probabilísticas)
 - Definição do uso de recuperação primária, secundária ou terciária
 - Malha de drenagem
 - Destino do gás associado
 - Perfuração de poços ADR, sísmica de maior resolução
 - Projeto da campanha de perfuração para DP
 - Concepção das facilidades do projeto. Tipo de UEP (plataforma). Solução de engenharia submarina. Solução de equipamentos *topside*
 - Avaliação de riscos associados ao projeto

Reservatórios de Petróleo e Aspectos de Riscos e Valoração de Projetos de Desenvolvimento da Produção

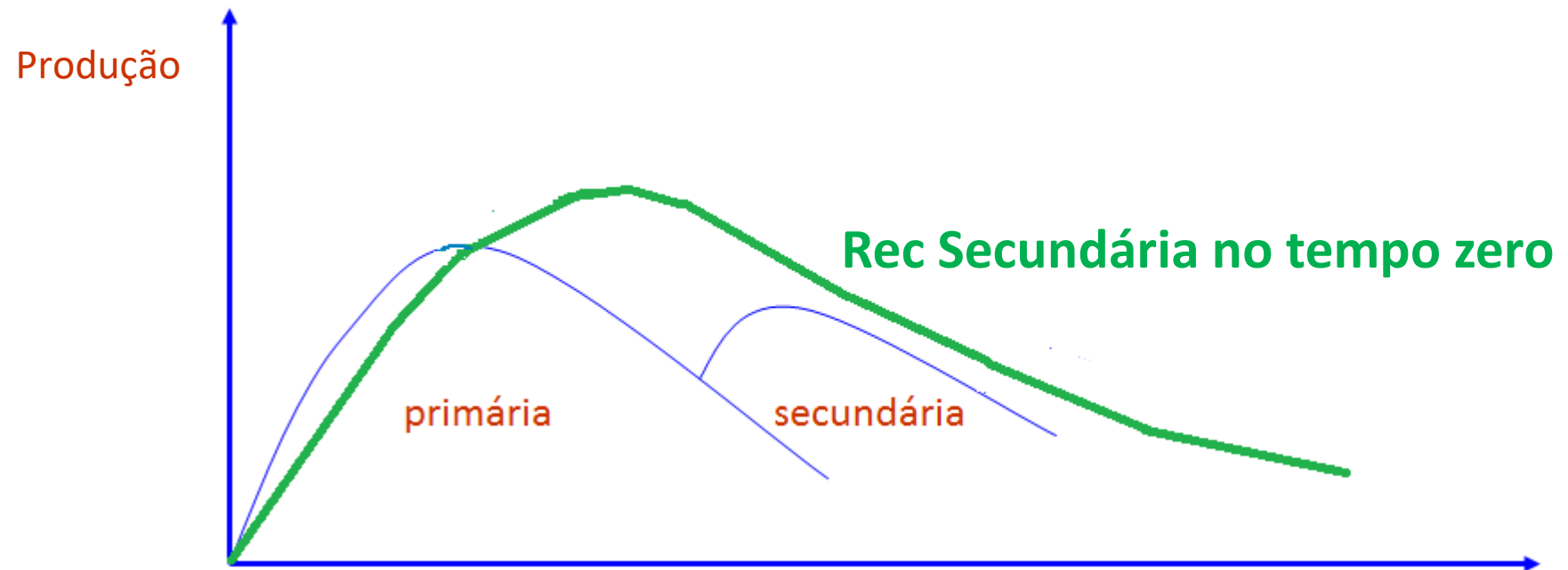
1. O que são Reservatórios de Petróleo
2. Propriedades de rochas-reservatório: Saturação, Porosidade, Permeabilidade, Permeabilidade relativa
3. Fluidos de Reservatório
4. Distribuição dos fluidos em Reservatório
5. Ciclos Exploração/Desenvolvimento/Produção
6. **Recuperação Secundária de Petróleo**
7. **Recuperação Terciária de Petróleo**
8. **Produção de água**
9. Reservas, impacto das reservas na saúde financeira das empresas de Petróleo
10. Riscos
11. Métricas de avaliação de projetos de petróleo
12. Outros tópicos de interesse da platéia

Recuperação Primária, Secundária e Terciária



- **Recuperação primária: produção por depleção**
- **Recuperação secundária: injeção de água e/ou gás**
- **Recuperação terciária: métodos especiais de recuperação (aplicados especialmente a campos terrestres)**

Recuperação Primária + Secundária (água)



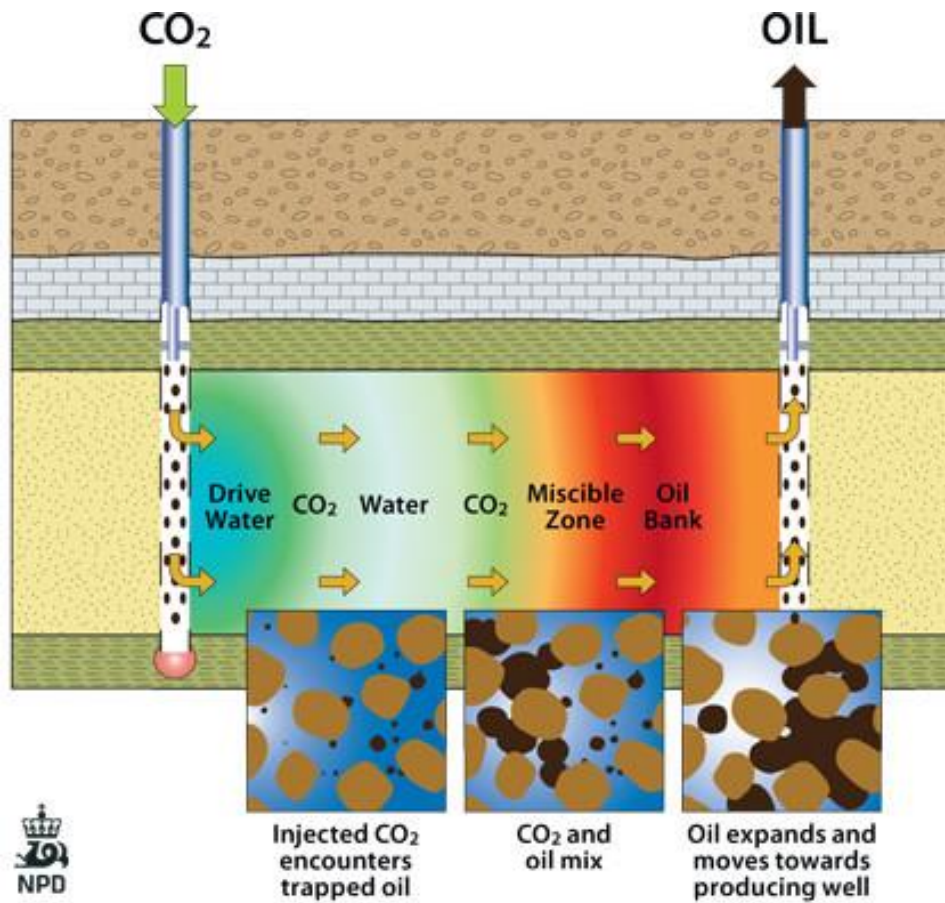
Recuperação Primária X Secundária (água)

- Injeção de água no tempo zero retarda o aparecimento de gás no reservatório
- FR até 50% a mais (30% FR contra 20% FR primária)
- Soluções para o descarte de água
- Preço a pagar: tratamento e produção de água. Na meia vida do campo a produção de água iguala a de óleo. No final da vida do campo a produção de água excede em 9 X a produção de óleo
- Origem da água: do mar ou reinjeção
- Método por excelência da Bacia de Campos

Recuperação Terciária – métodos mais usuais

- **Métodos Térmicos**
 - Injeção de vapor em óleos pesados
 - Combustão in situ em óleo pesados
 - Escala industrial em campos terrestres no Canadá e Europa Oriental
- **Métodos Químicos**
 - Injeção de polímeros
 - 2 aplicações significativas offshore
 - Escala industrial na China
 - Injeção de surfactantes
- **Métodos miscíveis**
 - Injeção de CO₂
 - Uma aplicação significativa offshore, no mar do Norte e no Pré-sal (Bacia de Santos, no esquema WAG)
 - Escala industrial nos EUA, em campos terrestres

Recuperação Terciária – Método WAG



Fontes: www.npd.com

<https://www.linkedin.com/pulse/water-alternating-gas-wag-injection-enhanced-oil-ibrahim-muhammad/>

Fator de Recuperação

$$V_{ooip} = \frac{Area * H_{med} * \theta_{med} * S_{o med}}{B_o}$$

Volume Recuperado =
= Volume Total produzido ou a Produzir =

$$N_p = V_{ooip} * FR$$

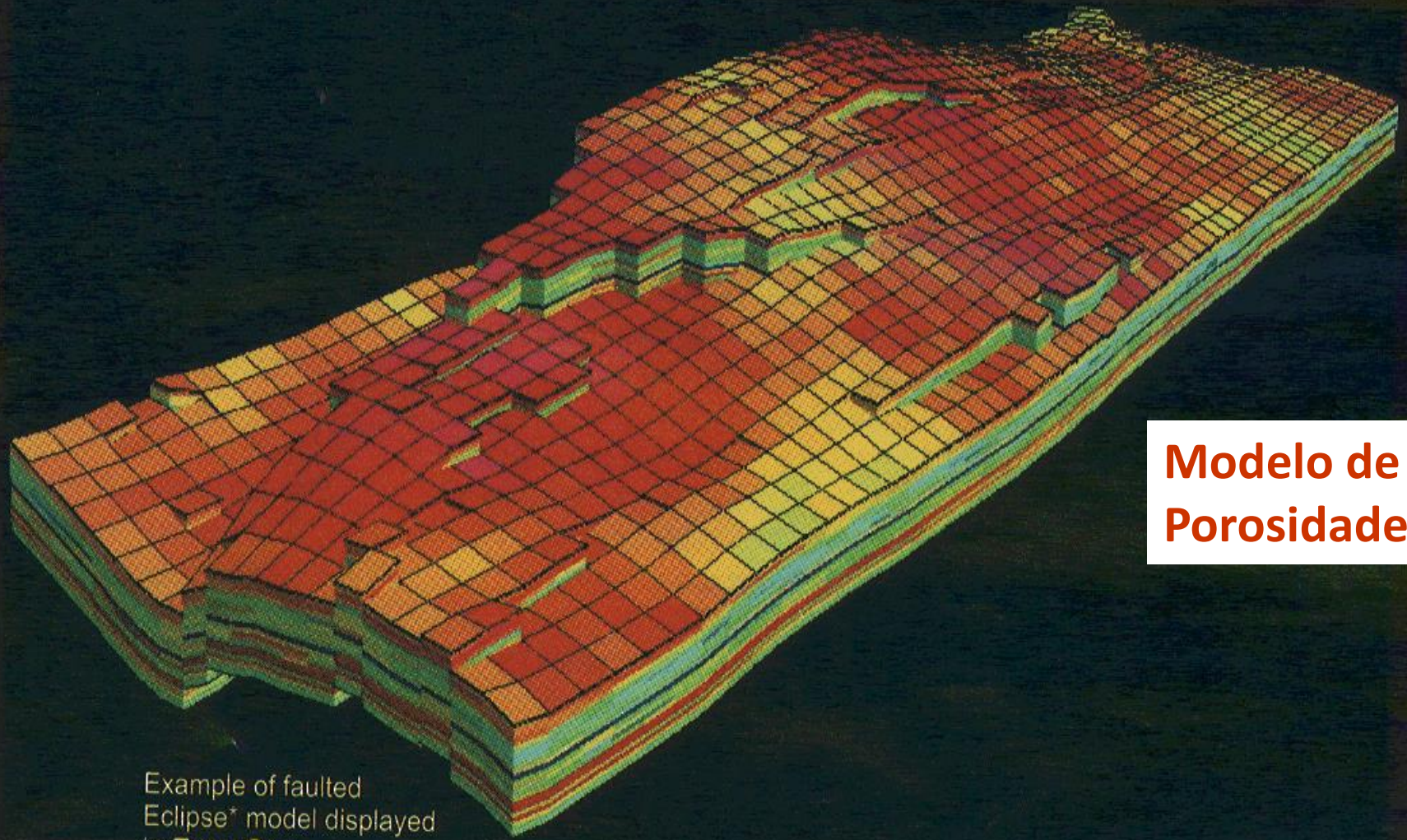
Do que depende o Fator de Recuperação?

- Do óleo (mais leve → menos viscoso → maior FR)
- Da permeabilidade (maior k → maior FR)
- Do IP dos poços (maior IP → maior FR)
- Da heterogeneidade estratigráfica (camadas mais contínuas → maior FR)
- Das heterogeneidades estruturais (maior número de falhas selantes → menor FR)
- Da energia potencial contida no reservatório (ou “mecanismos de produção”)
- Da qualidade do projeto de engenharia (exemplo: um número maior de poços → maior FR... Mas poços demais são antieconômicos)
- Do uso adequado da recuperação secundária (ou terciária)
- e de inúmeros outros fatores (forças de retenção capilar, molhabilidade etc etc etc)

Como determinar a produção? E a produção acumulada? E as reservas?

- O processo mais confiável é a modelagem e simulação de reservatórios
- Este processo compreende
 - Interpretação sísmica + análise de perfis + análise de testemunhos + testes de poços →
 - Modelagem geológica
 - Geração de modelo geocelular, usando técnicas estatísticas
 - Submissão deste modelo ao engenheiro de reservatórios, que tratará cada variável como uma variável estocástica (porosidade, permeabilidade, saturações, posição do aquífero e outras)
 - Lançamento da malha de poços, otimização da malha
 - Geração de N simulações por Montecarlo
 - Geração de N curvas de produção
 - Determinação de P90, P50, P10
 - Determinação de Np90, Np50, Np10

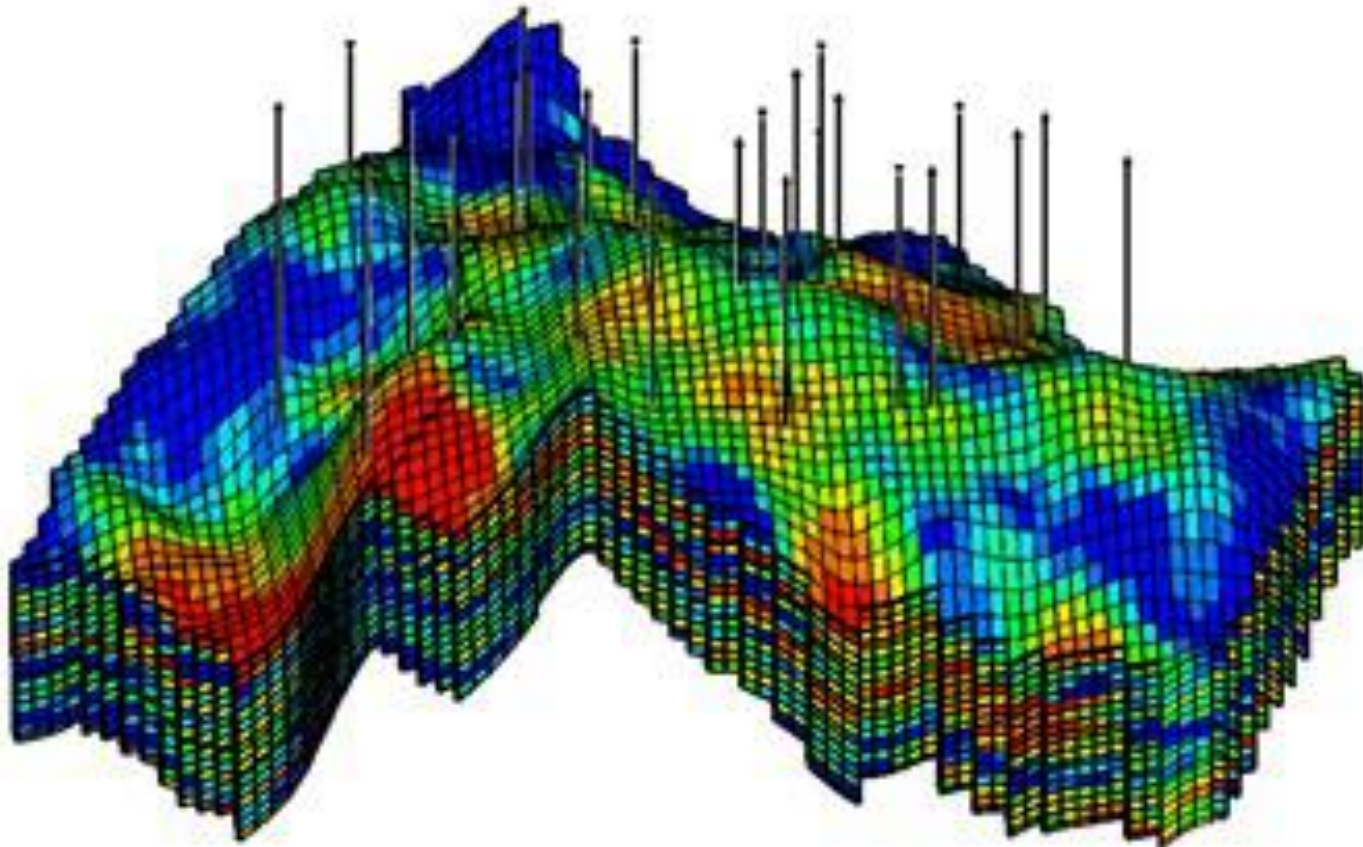
Geomodelo



Modelo de
Porosidades

Example of faulted
Eclipse+ model displayed
in *TransGen*

Modelo de fluxo



–Gonçalo S. Oliveira, Integration of Geostatistical Modeling With History Matching . UNISIM ONLINE, Unicamp, 2015

Reservatórios de Petróleo e Aspectos de Riscos e Valoração de Projetos de Desenvolvimento da Produção

1. O que são Reservatórios de Petróleo
2. Propriedades de rochas-reservatório: Saturação, Porosidade, Permeabilidade, Permeabilidade relativa
3. Fluidos de Reservatório
4. Distribuição dos fluidos em Reservatório
5. Ciclos Exploração/Desenvolvimento/Produção
6. Recuperação Secundária de Petróleo
7. Recuperação Terciária de Petróleo
8. Produção de água
9. Reservas, impacto das reservas na saúde financeira das empresas de Petróleo
10. Riscos
11. Métricas de avaliação de projetos de petróleo
12. Outros tópicos de interesse da platéia

Reservas - Critérios

- **SEC – U.S. Securities and Exchange Commission**
 - Tecnicamente mais conservador (definição de raio de drenagem de um poço testado)
 - Utilização de preço médio anual (média d 12 valores) → preço futuro
- **SPE e SPE/ANP**
 - Tecnicamente menos conservador – admite uso de outras técnicas para definição da área drenada
 - Utilização de preço preço futuro a critério da empresa detetora das reservas
- **DRMS** tentativa de unificação de critérios conforme próximos slides

Reservas

<http://www.spe.org/industry/reserves.php>



World Petroleum Council



Guidelines for Application of the Petroleum Resources Management System

November 2011

Sponsored by:

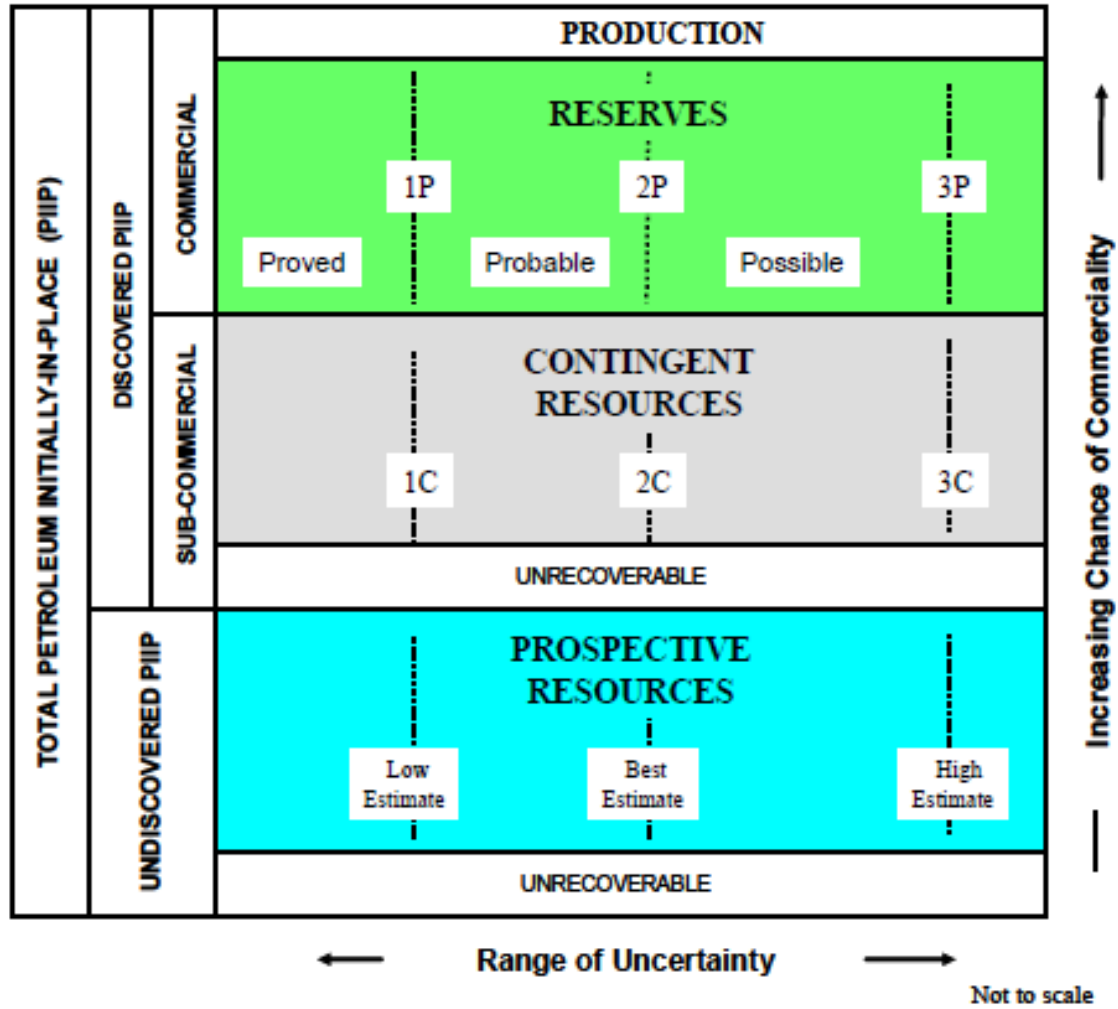
Society of Petroleum Engineers (SPE)
American Association of Petroleum Geologists (AAPG)
World Petroleum Council (WPC)
Society of Petroleum Evaluation Engineers (SPEE)
Society of Exploration Geophysicists (SEG)

Reservas

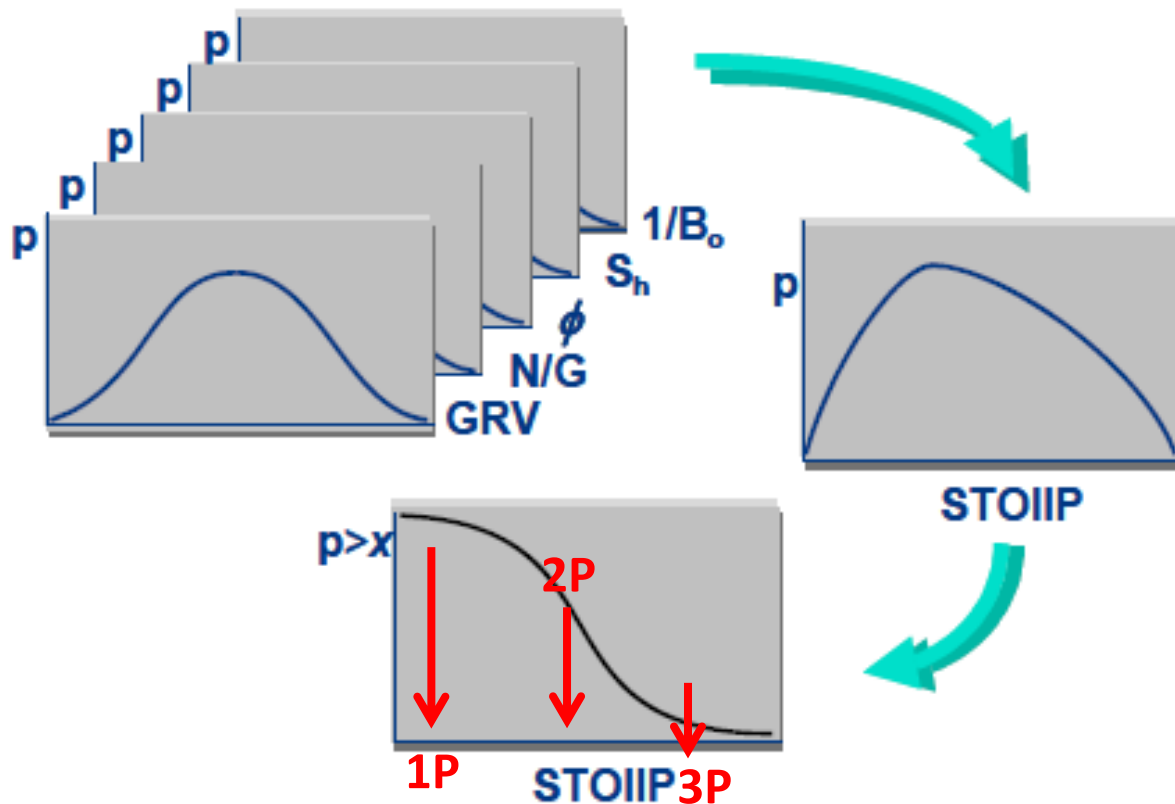
- Reservas, Definição PRMS

Reserves are those quantities of petroleum anticipated to be commercially recoverable by application of development projects to known accumulations from a given date forward under defined conditions. Reserves must further satisfy four criteria: They must be discovered, recoverable, commercial, and remaining (as of a given date) based on the development project(s) applied.

Reservas



Reservas Calculo Estocástico



- 1P - Provada ~ P90
- 2P – Provável ~ P50
- 3P – Possível ~ P10

Fig. 5.4—Monte Carlo approach to volumetrics.

Reservas Como indicador da Saúde de uma Empresa

A análise das reservas fornece fortes indicações da saúde de uma companhia de petróleo

1P – Indica o valor da empresa ou de um campo

2P – Mesmo que o anterior, porém, é este valor que indica o valor mais realista a ser produzido por uma empresa ou projeto

IRR (Reposição de Reservas) = Reserva Incorporada num ano/Volume produzido naquele ano

Indica o sucesso exploratório continuado

1P/Volume comercializado anual

Indica o quantos anos duram as reservas; indicativo do fluxo de caixa

Indice de Desenvolvimento = 1P desenvolvida/1P

Indica perspectivas de curto prazo; indica necessidades de caixa

1P/3P

Indica perspectivas de médio prazo; indica necessidades de caixa

3P/ Volume de recursos prospectivos

Indica perspectivas exploratórias da empresa, ou seja, suas perspectivas de longo prazo

Reservatórios de Petróleo e Aspectos de Riscos e Valoração de Projetos de Desenvolvimento da Produção

1. O que são Reservatórios de Petróleo
2. Propriedades de rochas-reservatório: Saturação, Porosidade, Permeabilidade, Permeabilidade relativa
3. Fluidos de Reservatório
4. Distribuição dos fluidos em Reservatório
5. Ciclos Exploração/Desenvolvimento/Produção
6. Recuperação Secundária de Petróleo
7. Recuperação Terciária de Petróleo
8. Produção de água
9. Reservas, impacto das reservas na saúde financeira das empresas de Petróleo
10. Riscos
11. Métricas de avaliação de projetos de petróleo
12. Outros tópicos de interesse da platéia

Riscos de um portfólio ou de projeto

- **Político** (risco do portfólio)
- **Fiscal, contratual, regulatório** (risco do portfólio)
- **Volumes (VOOIP)** (risco de portfólio e de projeto)
- **Volumes Recuperáveis - Range (3P-1P)/1P** (idem)
- **Técnico** (risco de projeto)
 - **Produtividade dos poços**
 - **Heterogeneidade estrutural. Falhas selantes de difícil identificação**
 - **Garantia de escoamento**
 - **Subsidência**
 - **Declínio acentuado ligado a diversos fatores**
 - **Acidentes**

Reservatórios de Petróleo e Aspectos de Riscos e Valoração de Projetos de Desenvolvimento da Produção

1. O que são Reservatórios de Petróleo
2. Propriedades de rochas-reservatório: Saturação, Porosidade, Permeabilidade, Permeabilidade relativa
3. Fluidos de Reservatório
4. Distribuição dos fluidos em Reservatório
5. Ciclos Exploração/Desenvolvimento/Produção
6. Recuperação Secundária de Petróleo
7. Recuperação Terciária de Petróleo
8. Produção de água
9. Reservas, impacto das reservas na saúde financeira das empresas de Petróleo
10. Riscos
11. Métricas de avaliação de projetos de petróleo
12. Outros tópicos de interesse da platéia

Métricas de um projeto

- **VDER/BOE (métrica do sucesso exploratório)**
- **VPL**
- **VPL/Dispendio atualizado ~ taxa de retorno do projeto (também uma ferramenta de análise de portfólio)**
- **CAPEX/BOE**
- **OPEX/BOE**
- **CAPEX/BOE+ OPEX/BOE+TAXAS/BOE+SPREAD/BOE=**
= Break even point (valor do Brent que zera o VPL)
- **DRILLEX/BOE**
- **Tempo de retorno**

Sumário

1. O que são Reservatórios de Petróleo
 2. Propriedades de rochas-reservatório: Saturação, Porosidade, Permeabilidade, Permeabilidade relativa
 3. Fluidos de Reservatório
 4. Distribuição dos fluidos em Reservatório
 5. Ciclos Exploração/Desenvolvimento/Produção
 6. Recuperação Secundária de Petróleo
 7. Recuperação Terciária de Petróleo
 8. Produção de água
 9. Reservas, impacto das reservas na saúde financeira das empresas de
 10. Petróleo
 11. Riscos
 12. Métricas de avaliação de projetos de petróleo
- **Outros tópicos de interesse da platéia (????)**

GRATO!

**Petróleo e Gás: a energia
que nos move
(e moverá por um bom
tempo!)**



Obrigado!

faridshecaira@hotmail.com