

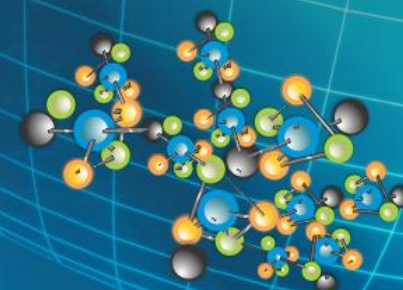
# :: Nanotecnologia & Engenharia de Poço ::

:: ::

:: Gabriel Sotomayor, D.Sc. (Petrobras / E&P) ::

[gsoto@petrobras.com.br](mailto:gsoto@petrobras.com.br)

Dezembro de 2011- São Paulo





### RESERVAS (EM 31/DEZ/2010)

- Reservas Provadas de 15,283 bilhões de boe (SPE) ou 12,138 bilhões de boe (SEC)
- Razão Reserva / Produção de 19,2 anos (SPE) ou 15,2 (SEC)
- Índice de Reposição de Reservas de 240% (SPE) ou 172% (SEC)

### PRODUÇÃO 2010

- 2.338 mil boe/dia  
(2.004 mil bpd de Óleo)

### CUSTO DE DESCOBERTA E DESENVOLVIMENTO

- US\$ 13,37/boe (2008 – 2010) - SPE

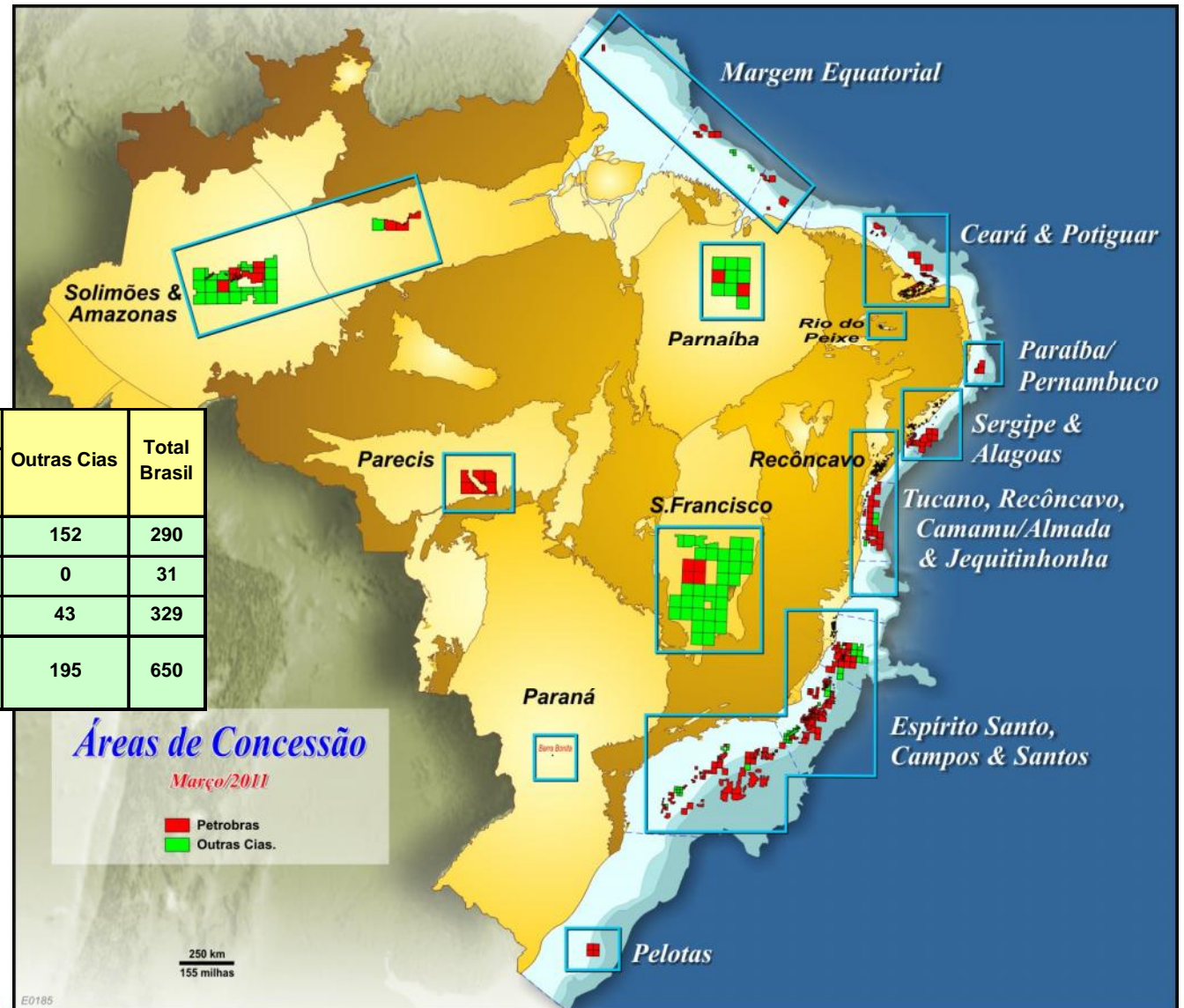
### CUSTO DE EXTRAÇÃO (2010)

- 10,03 US\$/boe

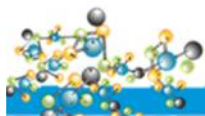
### ÁREA EXPLORATÓRIA (DEZ/2010)

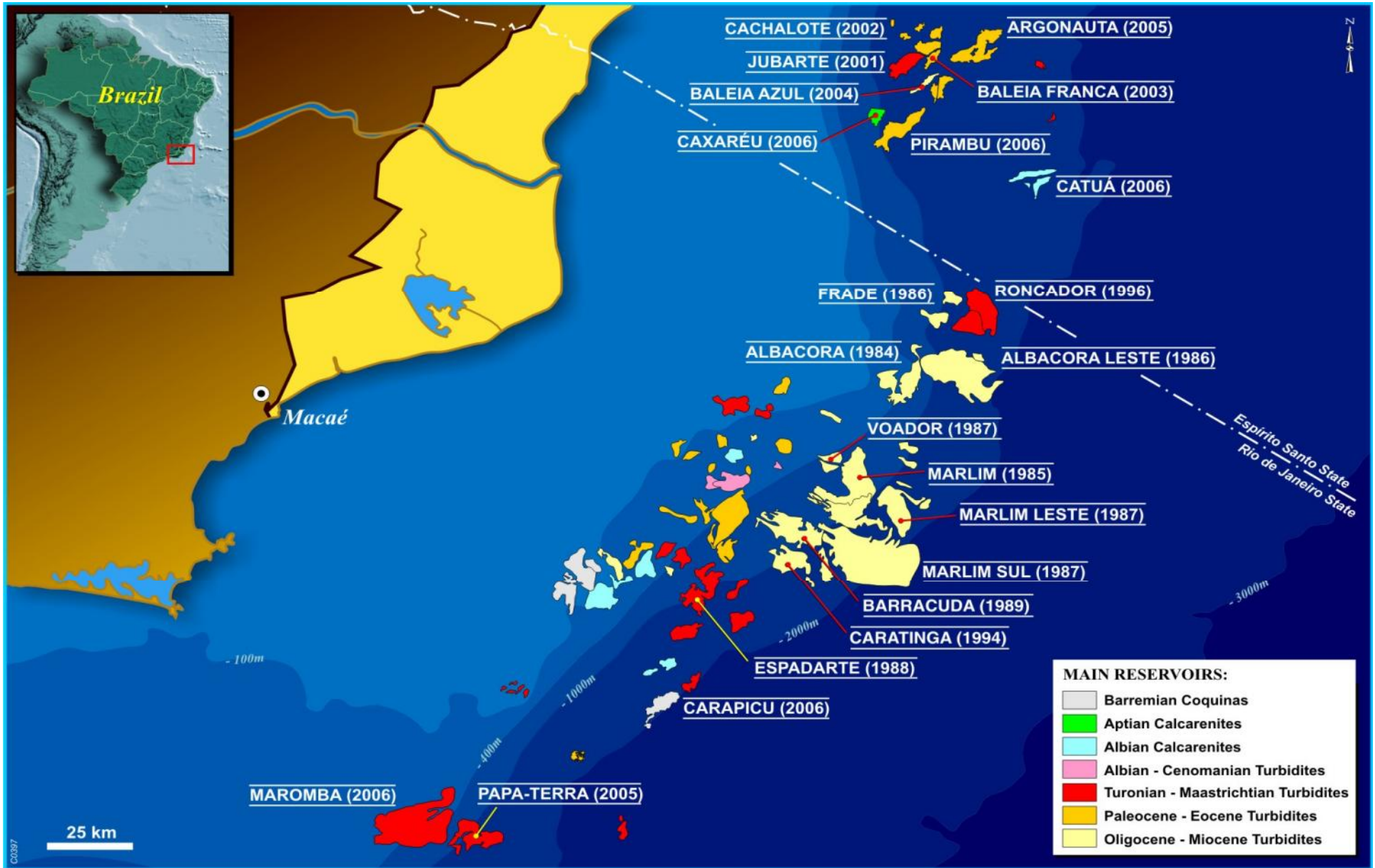
- 130 mil km<sup>2</sup> → BR + Parceiros
- 192 mil km<sup>2</sup> → Outras Cias
- Total: 322 mil km<sup>2</sup>.

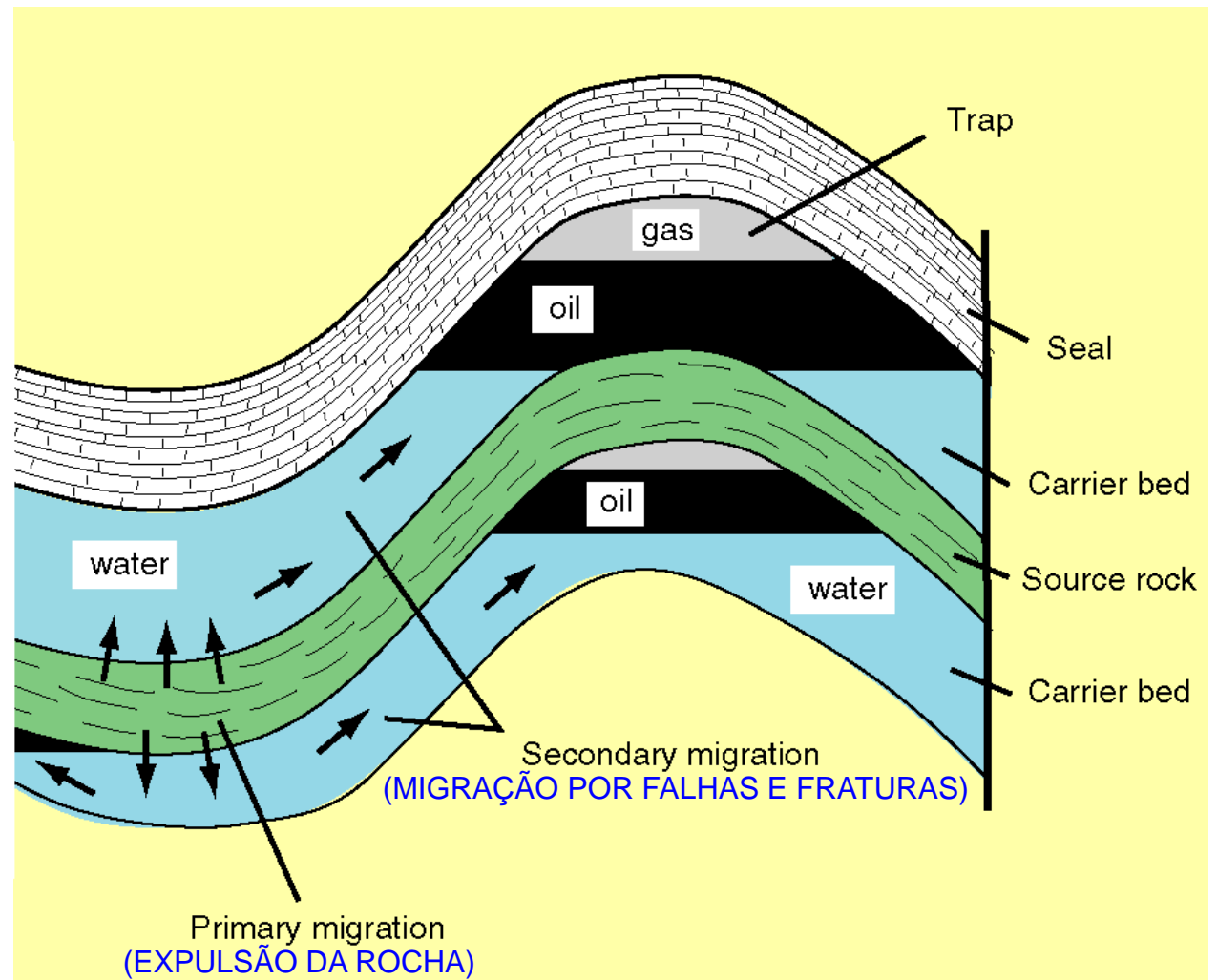




Concessões	Concessões da Petrobras			Outras Cias	Total Brasil
	100% W.I	Parcerias	Total		
Exploração Blocos	66	72	138	152	290
Exploração PA's	14	17	31	0	31
Produção	256	30	286	43	329
<b>Total</b>	<b>336</b>	<b>119</b>	<b>455</b>	<b>195</b>	<b>650</b>

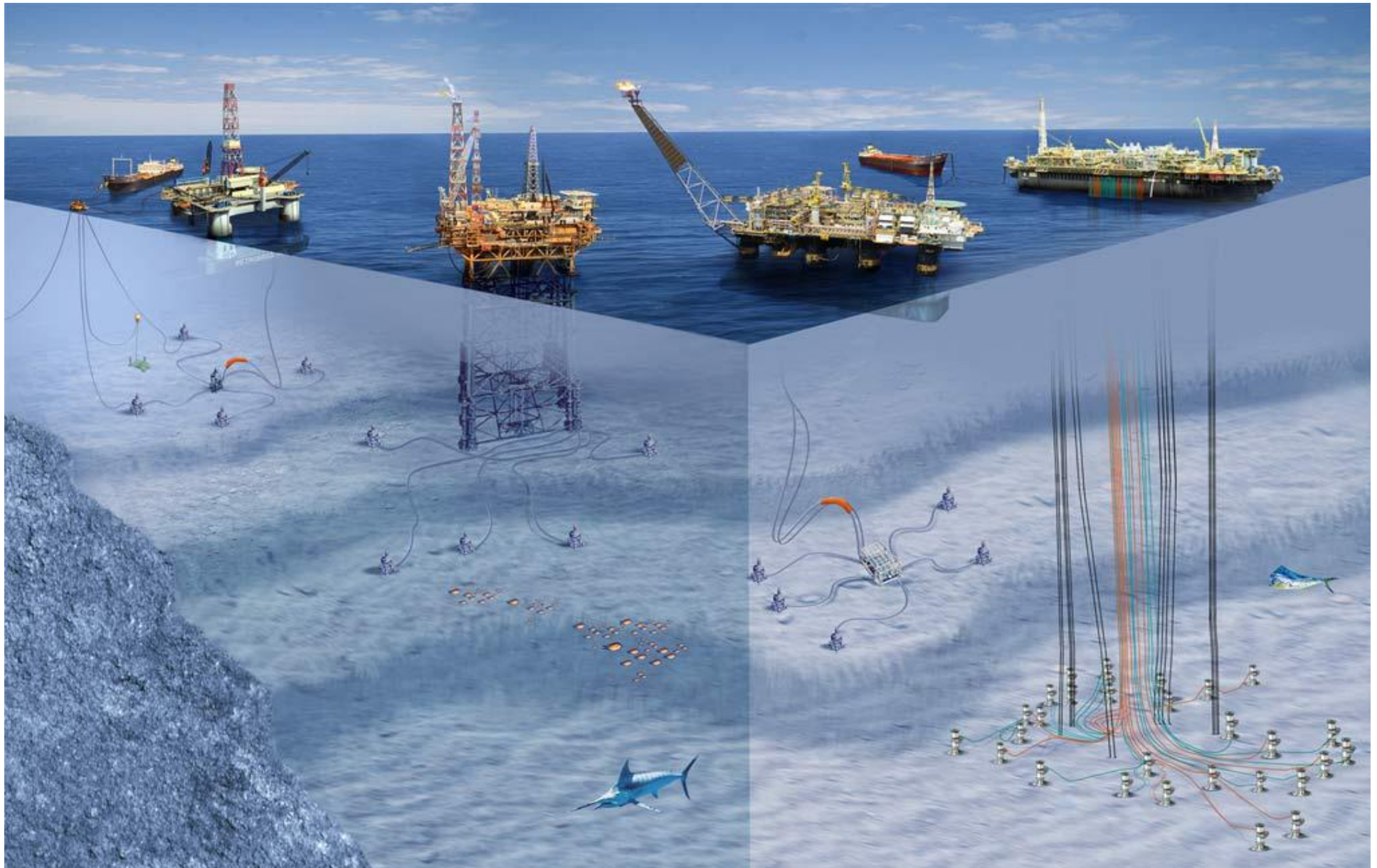


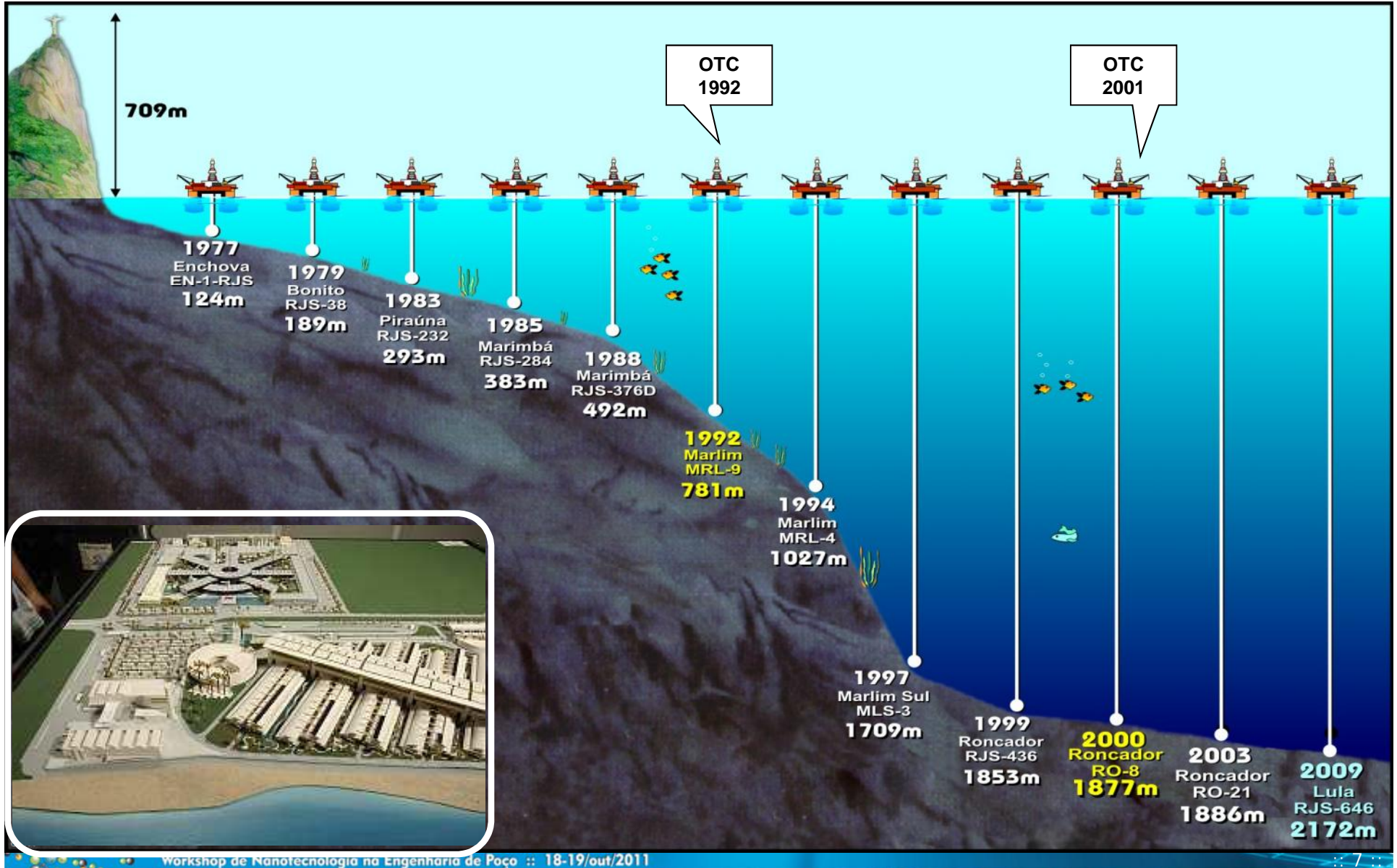




## Testemunho de Sondagem







Expansão do CENPES



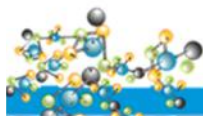
**Parcerias da Petrobras com mais de 120 universidades e centros de pesquisa levam o Brasil a ter um dos maiores complexos de pesquisa aplicada do mundo**

**No parque tecnológico da UFRJ já estão em construção 7 centros de P&D de importantes fornecedores de equipamentos e serviços:**

- Schlumberger
- Baker Hughes
- Halliburton
- General Electric
- FMC Technologies
- Usiminas
- TenarisConfab

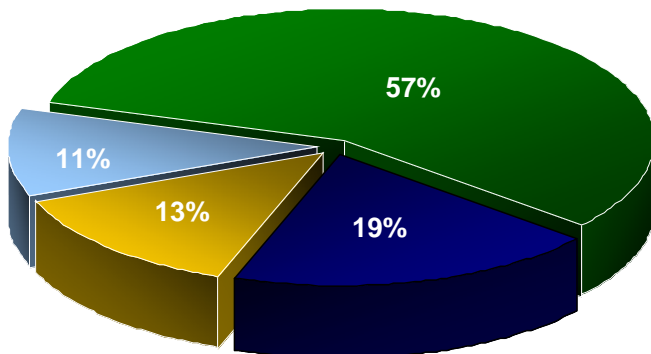
**Outras Companhias com planos de desenvolvimento de centros tecnológicos no Brasil:**

- Cameron
- IBM
- Technip
- Vallourec & Mannesman
- Weatherford
- Wellstream



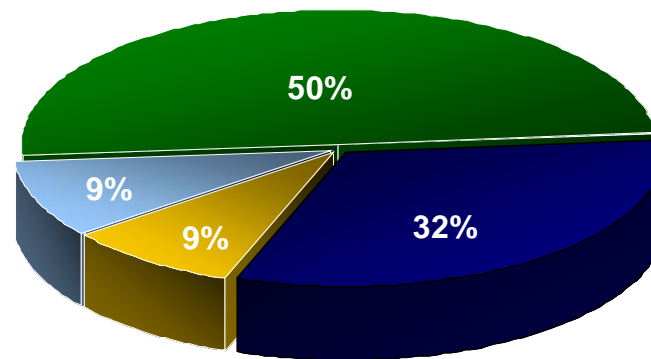


## Produção de Óleo e Gás



2.338 mil boed

## Reservas Provadas de Óleo e Gás (ANP/SPE)

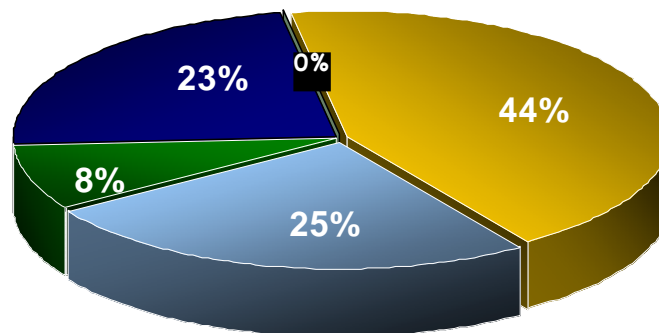


15,28 bilhões boe

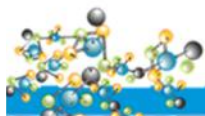


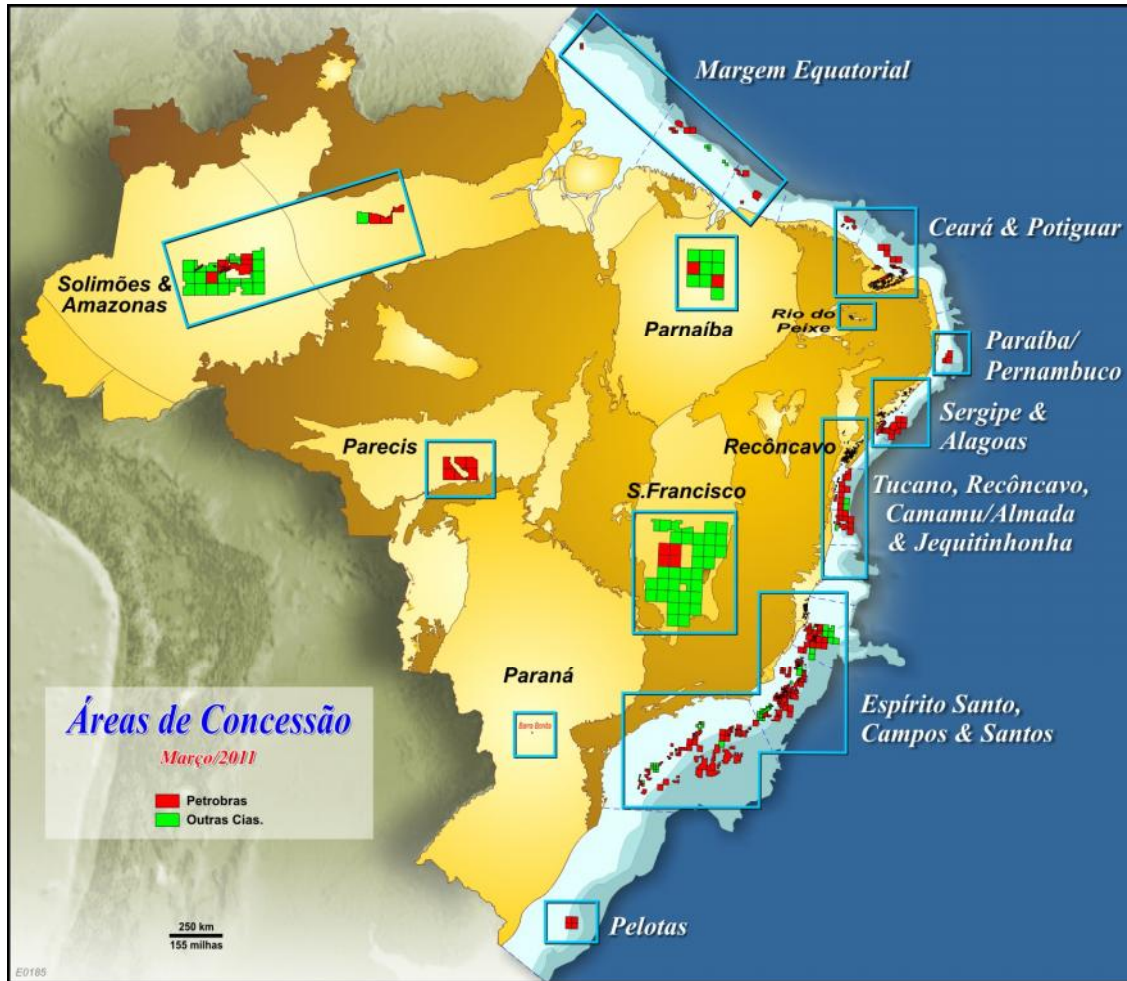
## Área Exploratória

130 mil km<sup>2</sup>

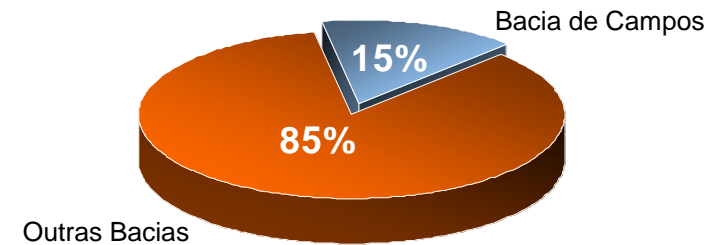


31% das áreas de concessão estão localizadas em águas profundas e ultra-profundas.



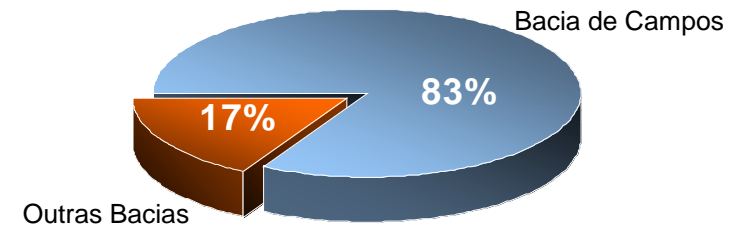


**286 Concessões de Produção (2009)**

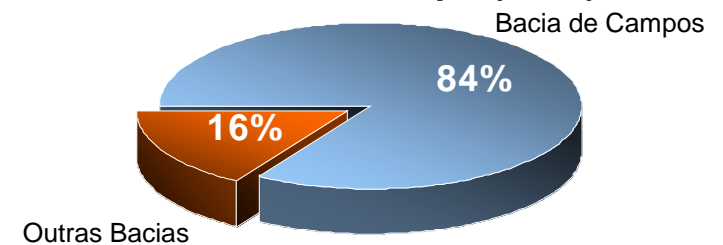


**Reservas de Óleo SPE (2010)**

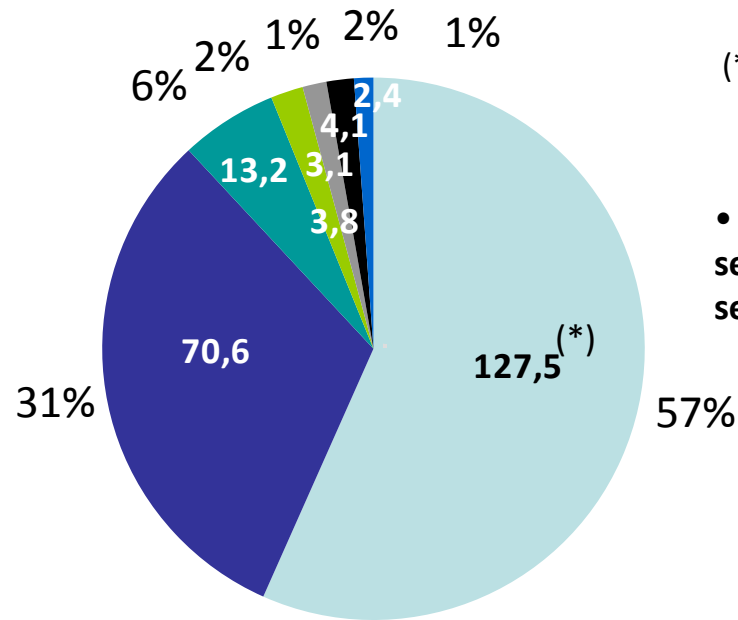
12,91 bilhões boe



**Produção de Óleo 2,004 milhão bpd (2010)**



## PN 2011-15 US\$ 224,7 bilhões

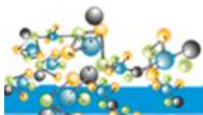


(\*) US\$ 22,8 bi em Exploração

• 5% dos investimentos serão realizados no exterior, sendo 87% em E&P

- E&P
- RTC
- Gás, Energia & Gás Química
- Petroquímica
- Distribuição
- Biocombustíveis
- Corporativo

Nota: SMES (US\$ 4,2 bi), TIC (US\$ 2,7 bi), Tecnologia (US\$ 4,6 bi), Logística (US\$ 17,4 bi) e Manutenção e Infraestrutura (US\$ 20,6 bi)



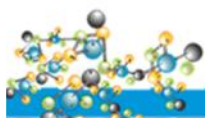
**Petrobras Capex Total (2011/2015) US\$ bilhões**

Todos os Segmentos	224,7
--------------------	-------

**Exploração & Produção Capex (2011/2015) US\$ bilhões**

E&P	127,5
Internacional	9,8
No Brasil	117,7
Exploração	20,8
Desenvolvimento da Produção	76,5
Outros*	20,4

**\* TI, SMS, P&D, Conservação de Energia e Infraestrutura Operacional.**



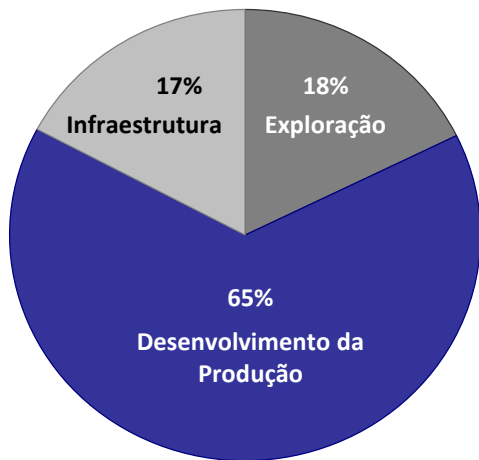
**Investimentos E&P: US\$ 117,7 Bi**

**Pré-Sal**

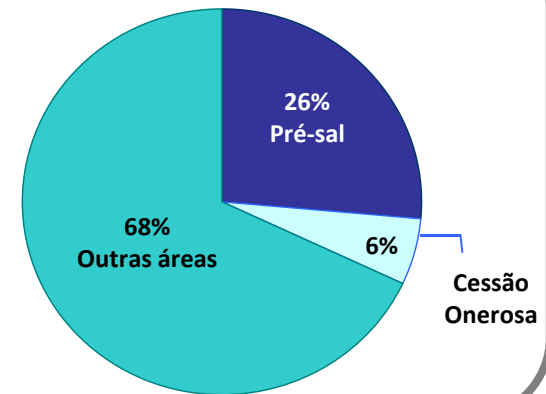
US\$ 53,4 Bilhões

**Pós-Sal**

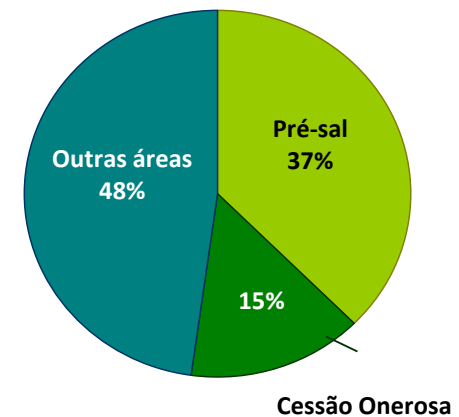
US\$ 64,3 Bilhões



**Exploração**



**Desenvolvimento da Produção**

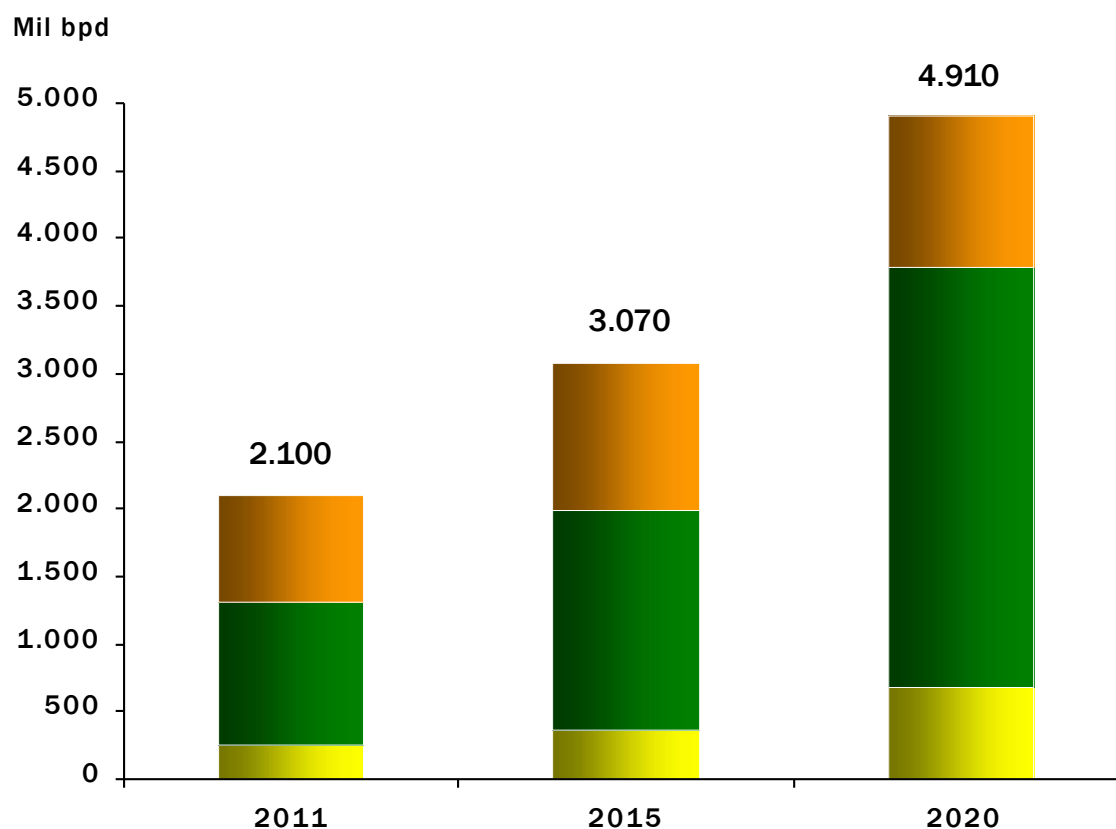


- Investimento anual superior a US\$ 4 bilhões em exploração;
- Serão investidos entre 2011-15 US\$ 12,4 bilhões nas áreas da Cessão Onerosa.
- No PN 2010-14 o investimento previsto para o Pré-Sal era de US\$ 33 bilhões no período 2010-14

Inclui pré-sal da UO-ES: P-58, Piloto de Baleia Azul e Gasoduto Sul-Norte Capixaba e Investimentos exploratórios nas bacias de Camamu, Jequitinhonha, Pernambuco/Paraíba, Espírito Santo, além de Campos e Santos

Do crescimento de 970 mil bpd na produção de petróleo de 2011 a 2015, 840 mil bpd virão de campos já com declaração de comercialidade.

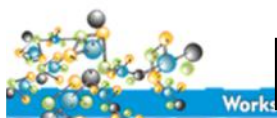
O crescimento de 1.840 mil bpd na produção nacional de petróleo entre 2015 e 2020, será suportado por projetos do pré-sal e da Cessão Onerosa.



■ Óleo Leve &gt; 31° API

■ Óleo Médio

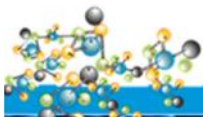
■ Óleo Pesado &lt; 22° API



## Implementação de Programas Integrados para aumentar a Recuperação de Petróleo:

- Redução do declínio natural dos campos em produção
- Aumento de reservas através do aumento do Fator de Recuperação
- Otimização de custos, aumentando reserva e produção

- Projetos para aumento de reservas
- Projetos para a redução do declínio



Área total da província:.....149.000 Km<sup>2</sup>  
 Área total concedida:.....41.772 Km<sup>2</sup> (28,03%)  
 Área não concedida:.....107.228 Km<sup>2</sup> (71,97%)  
 Área concedida c/ partc. Petrobras:...35.739 Km<sup>2</sup> (24%)

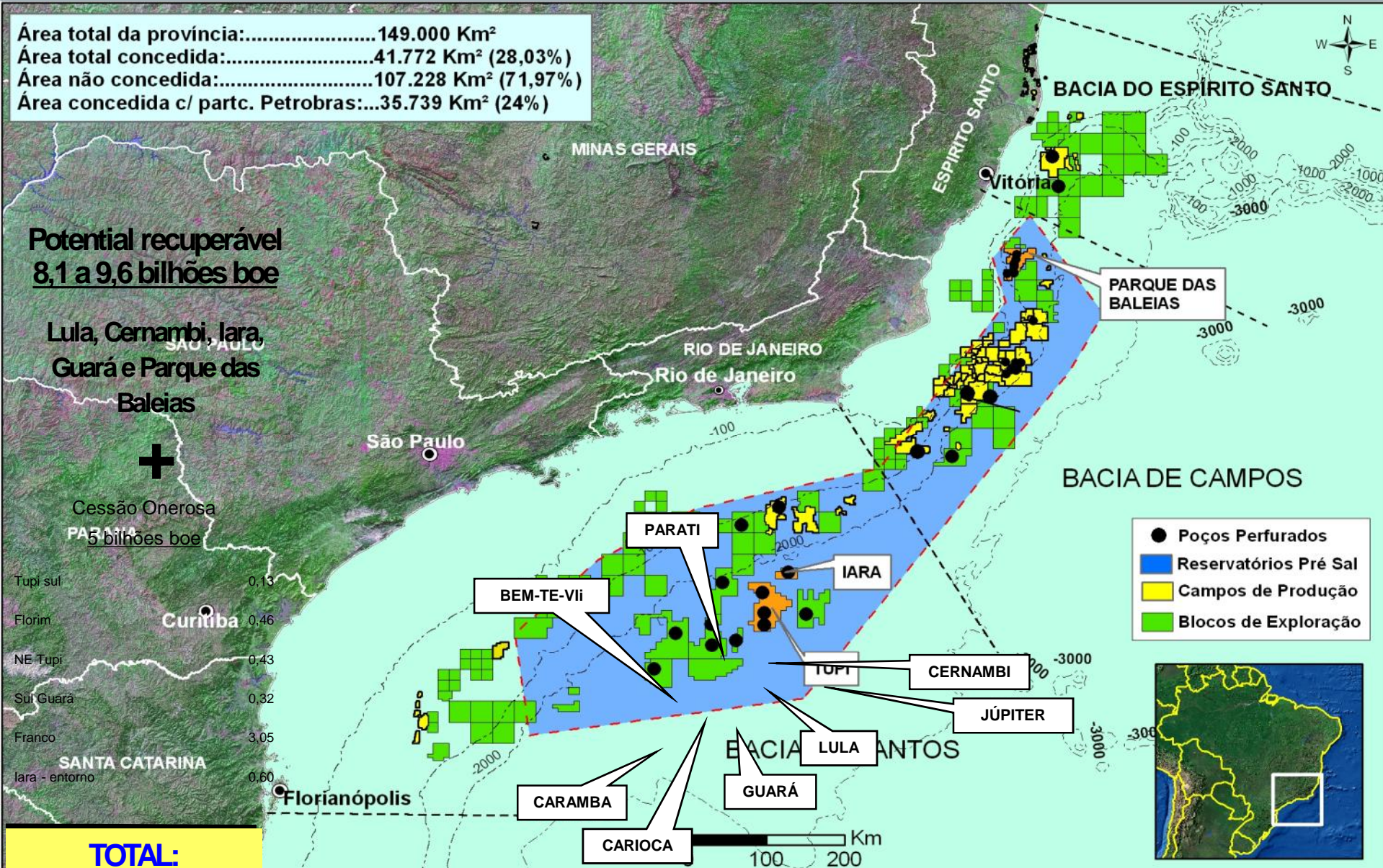
**Potencial recuperável**  
**8,1 a 9,6 bilhões boe**

Lula, Cernambi, Iara,  
Guará e Parque das  
Baleias



Cessão Onerosa  
PARATI  
5 bilhões boe

Tupi sul 0,13  
 Florim 0,46  
 NE Tupi 0,43  
 Sul Guará 0,32  
 Franco 3,05  
 Iara - entorno 0,60

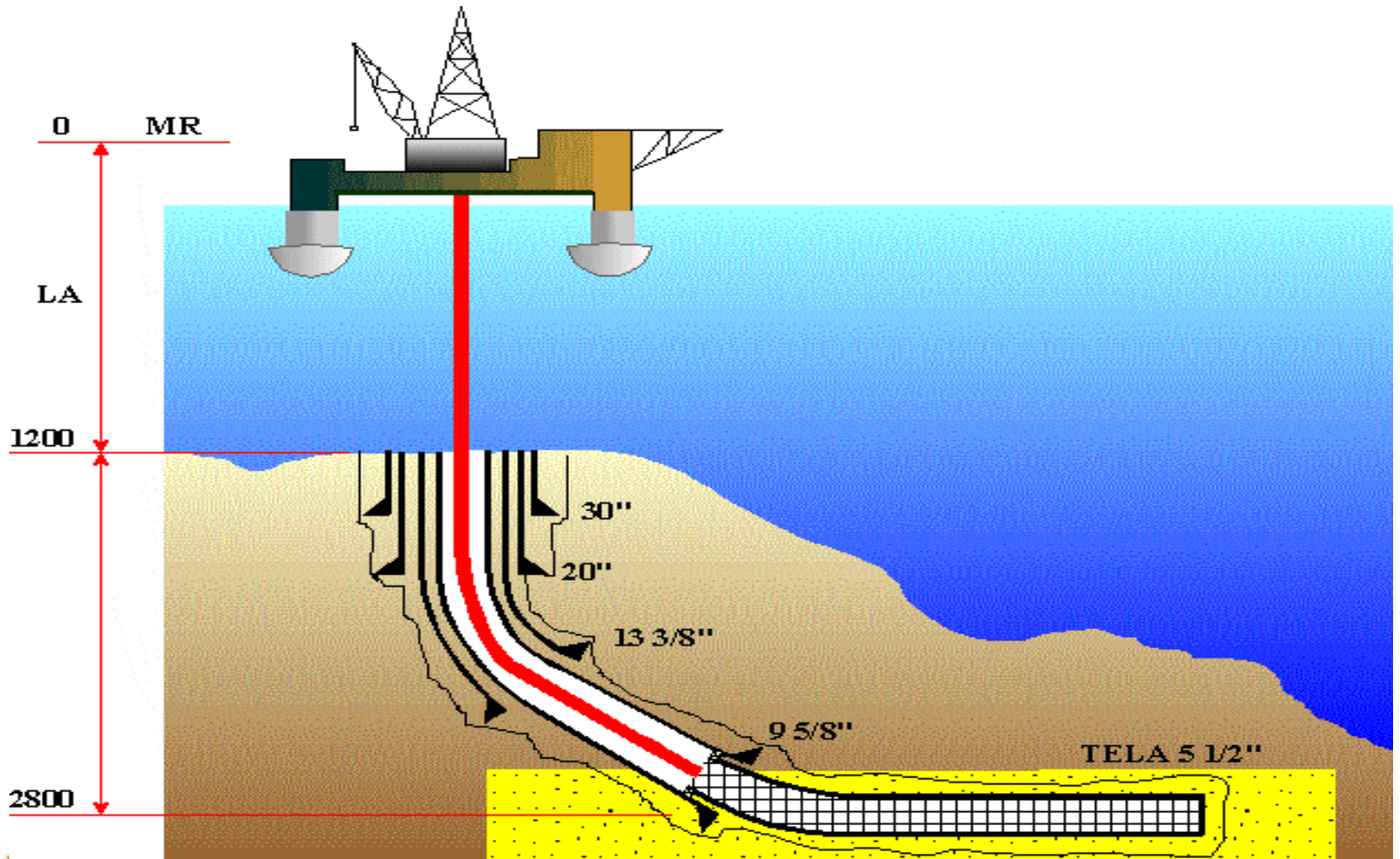


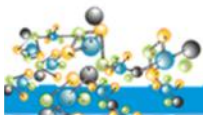
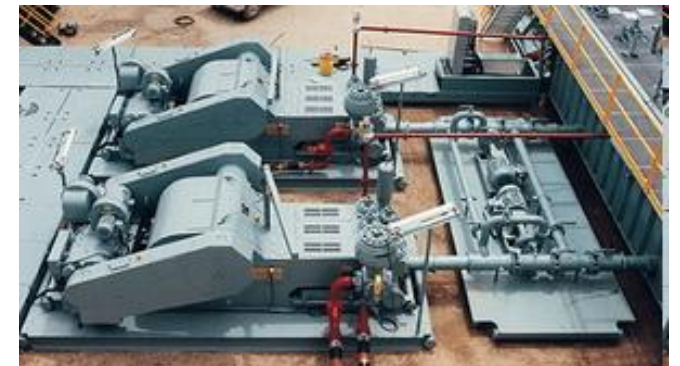
- Poços Perfurados
- Reservatórios Pré Sal
- Campos de Produção
- Blocos de Exploração

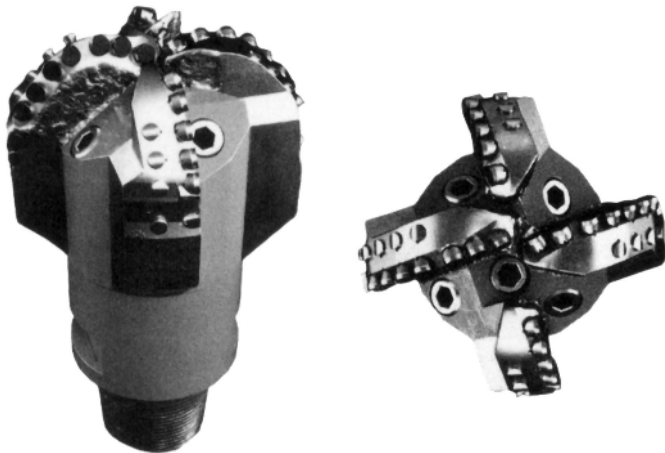


**TOTAL:**  
**13,1 a 14,6 bi boe**

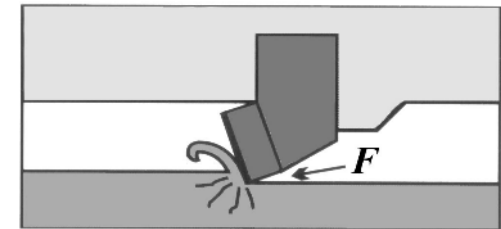
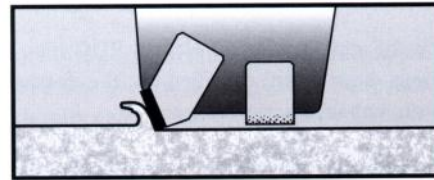
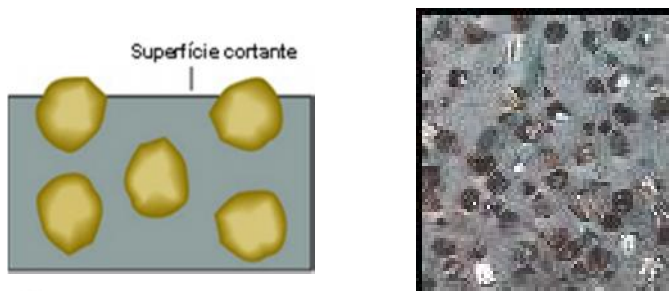




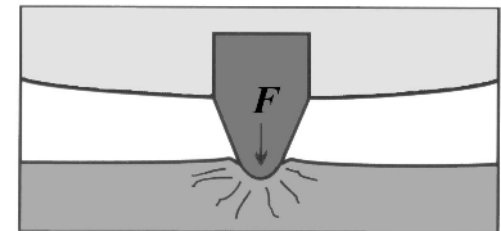




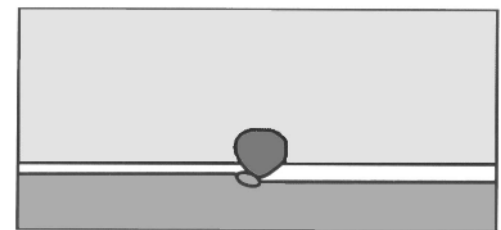
### Diamante Artificial com Cortadores de Matrix Impregnada



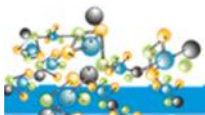
PDC

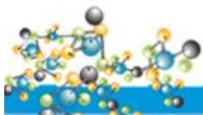
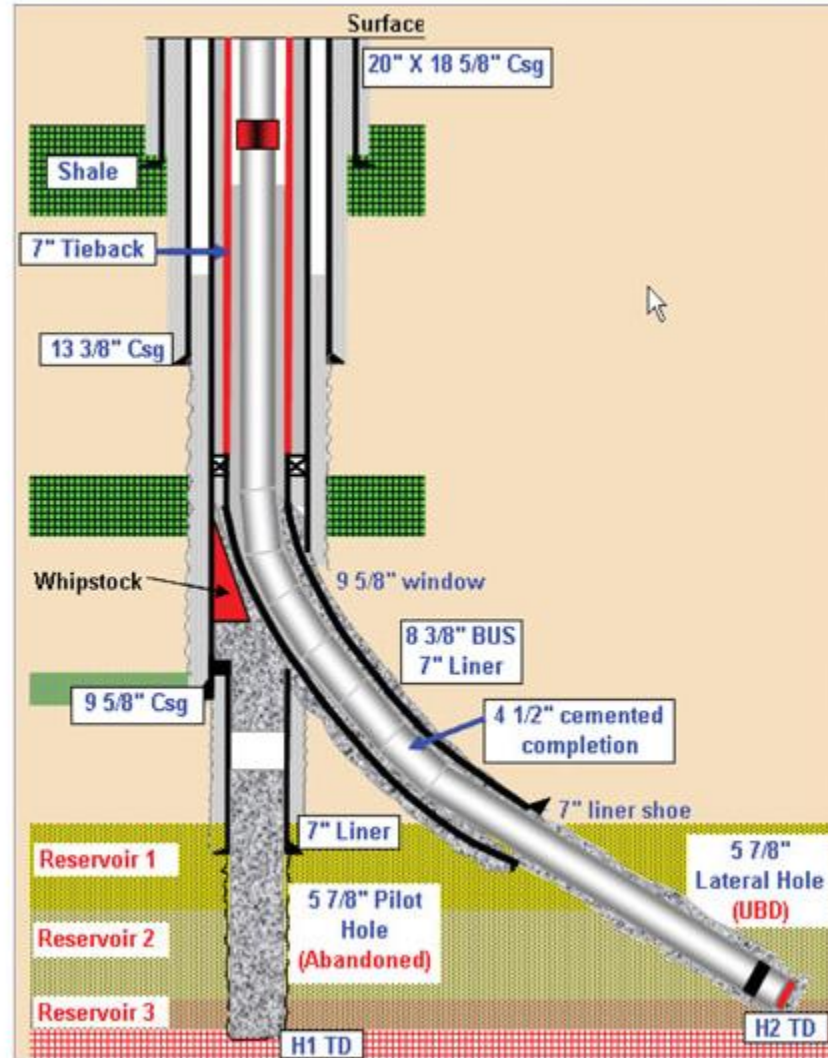
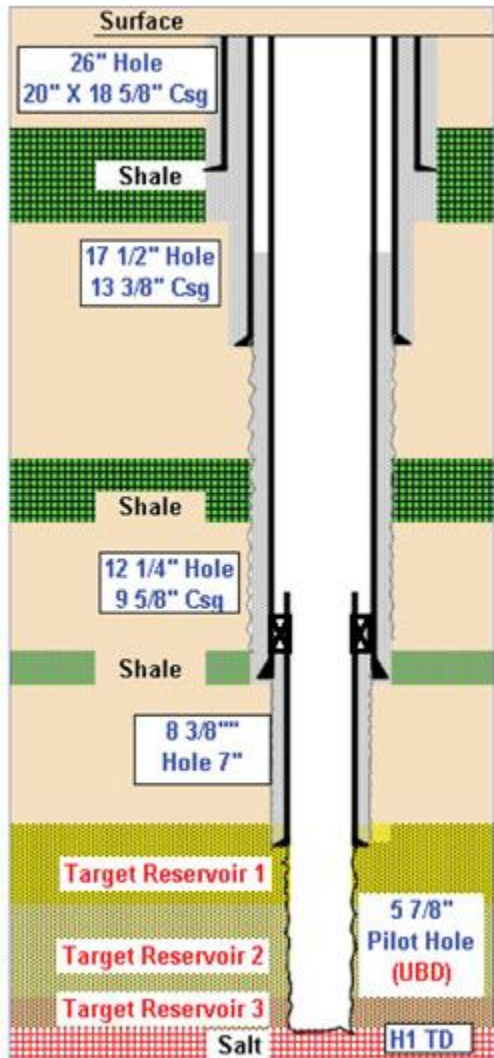


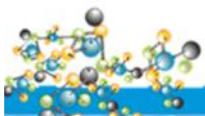
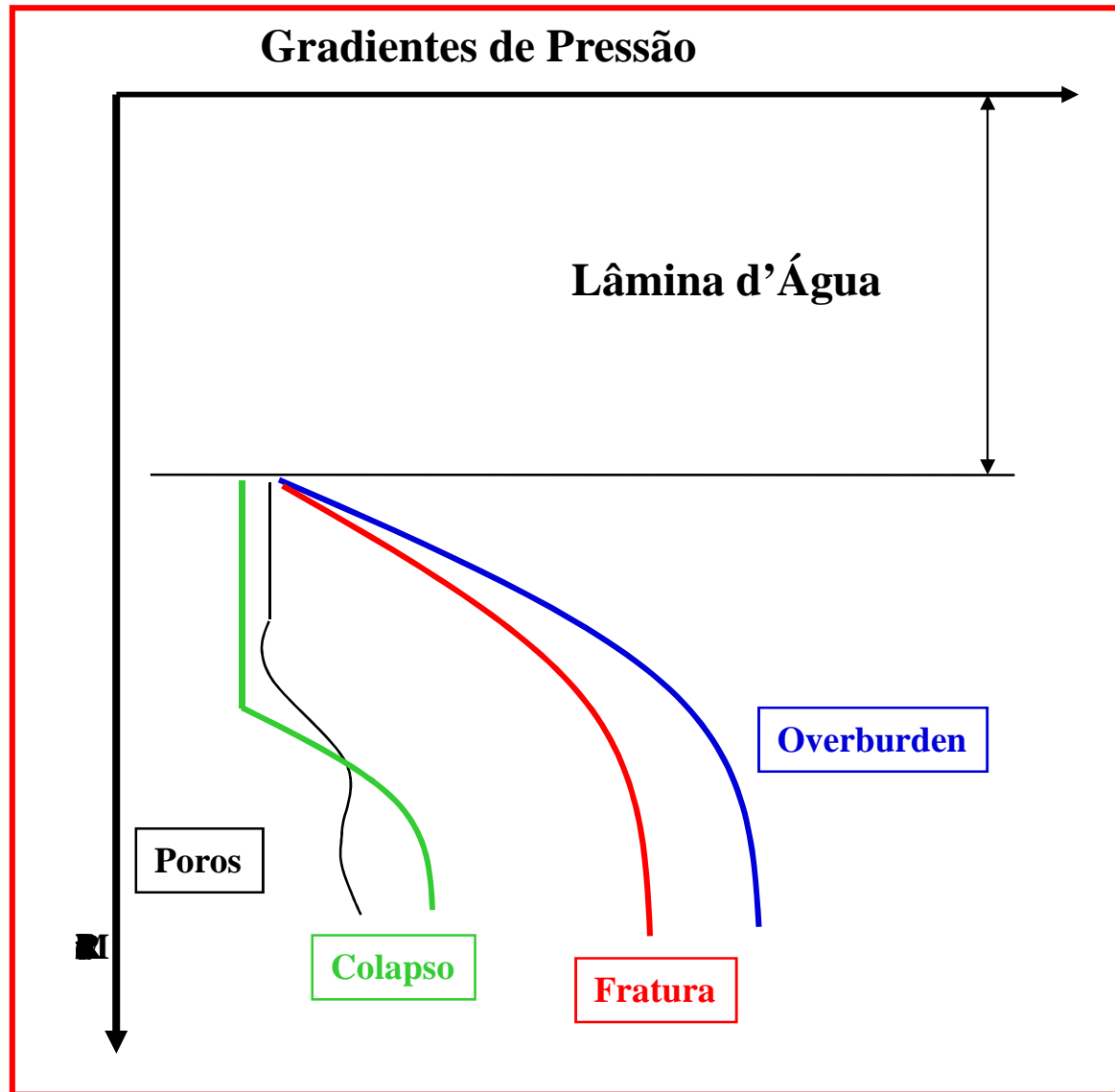
Cone

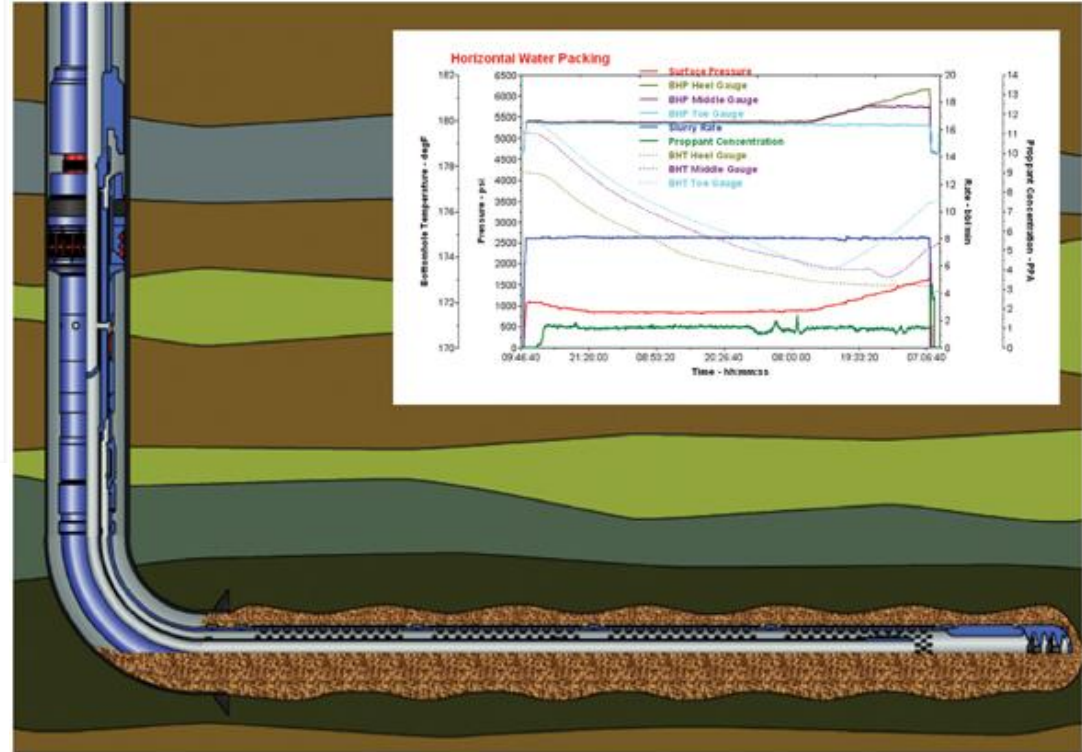
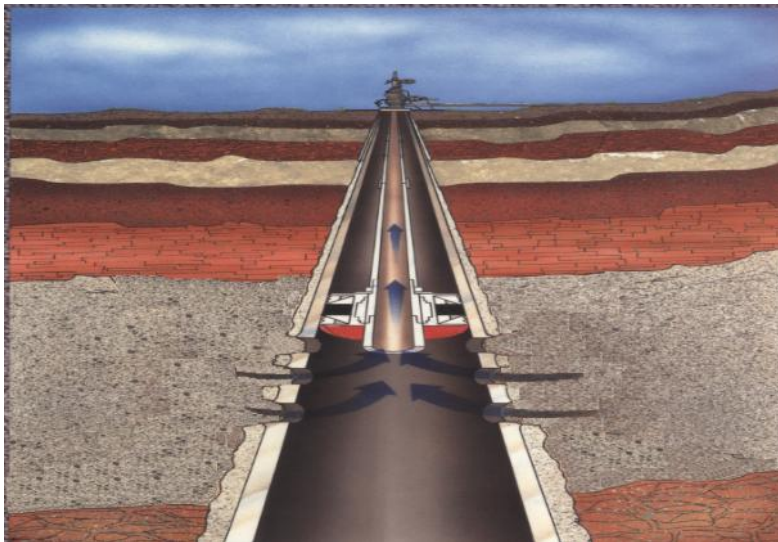
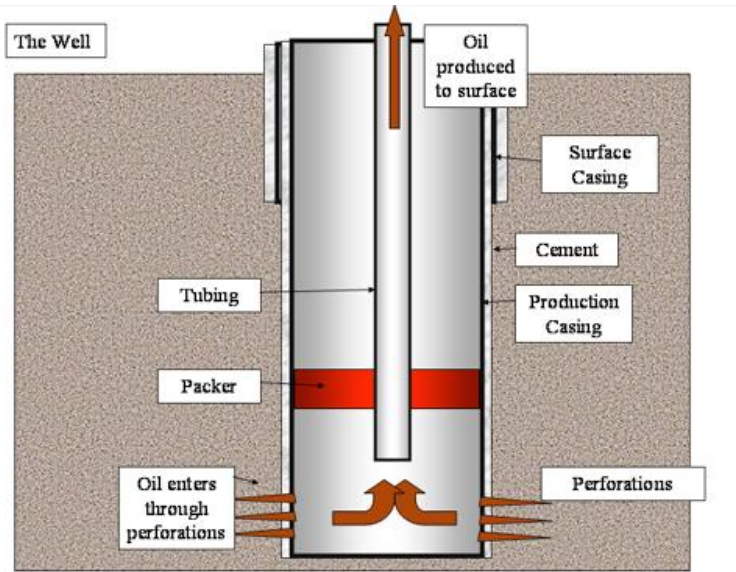


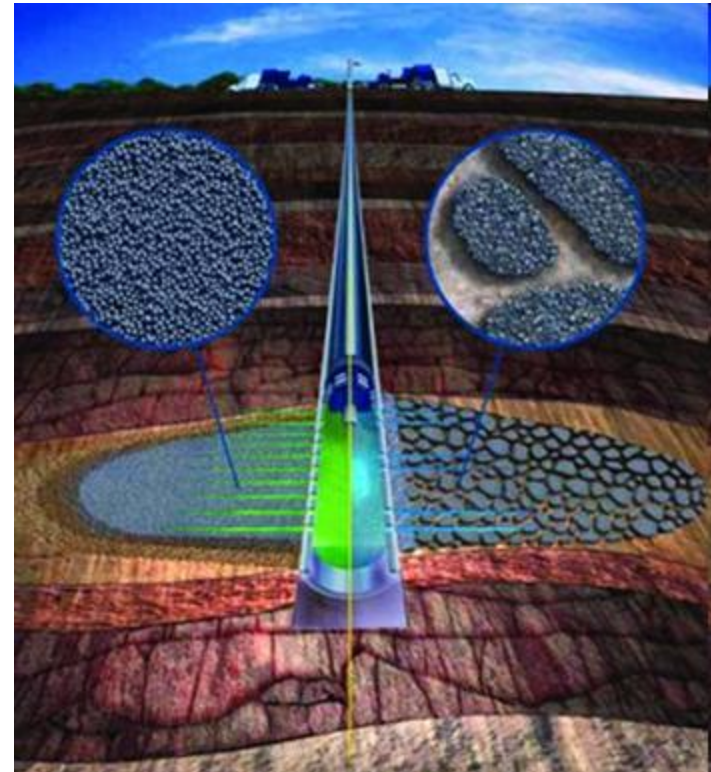
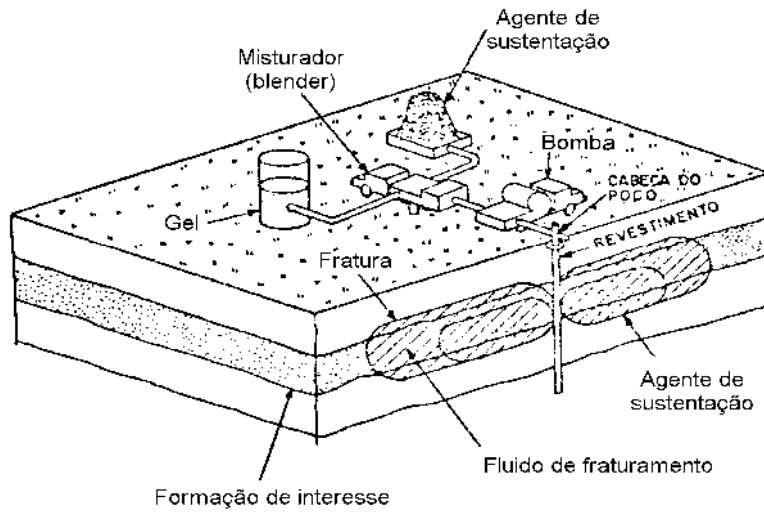
Diamante



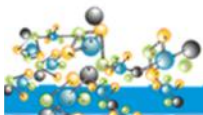
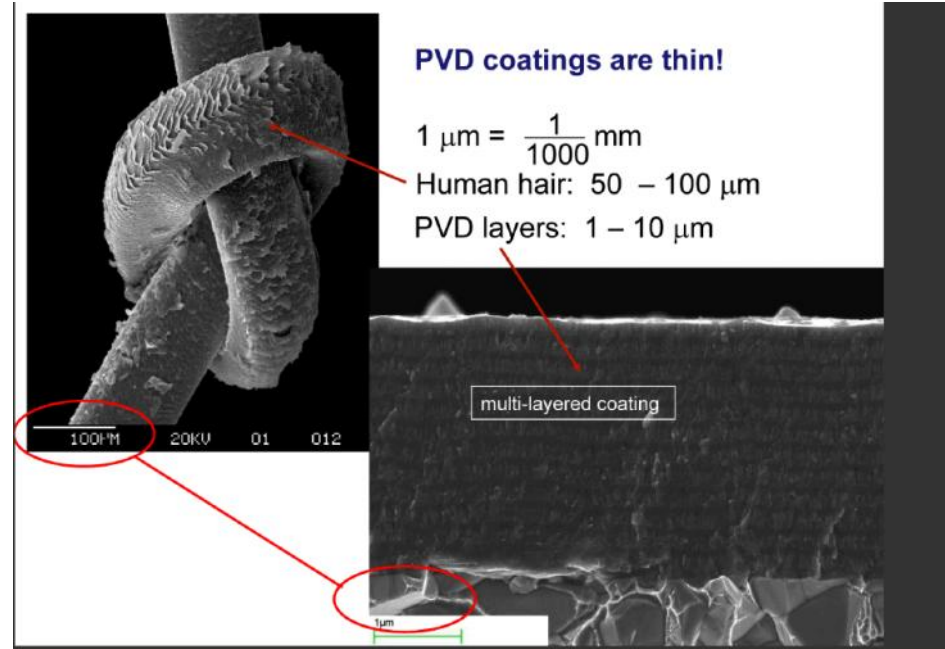
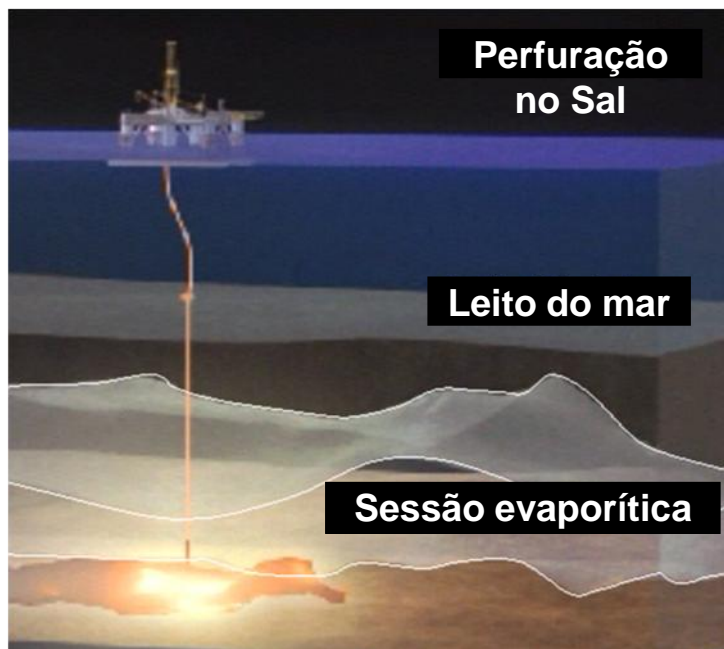






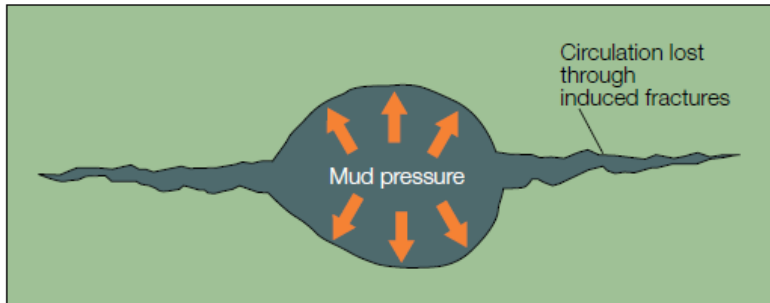


- Apresentar as principais demandas da Engenharia de Poço para identificação de potenciais aplicações da nanotecnologia

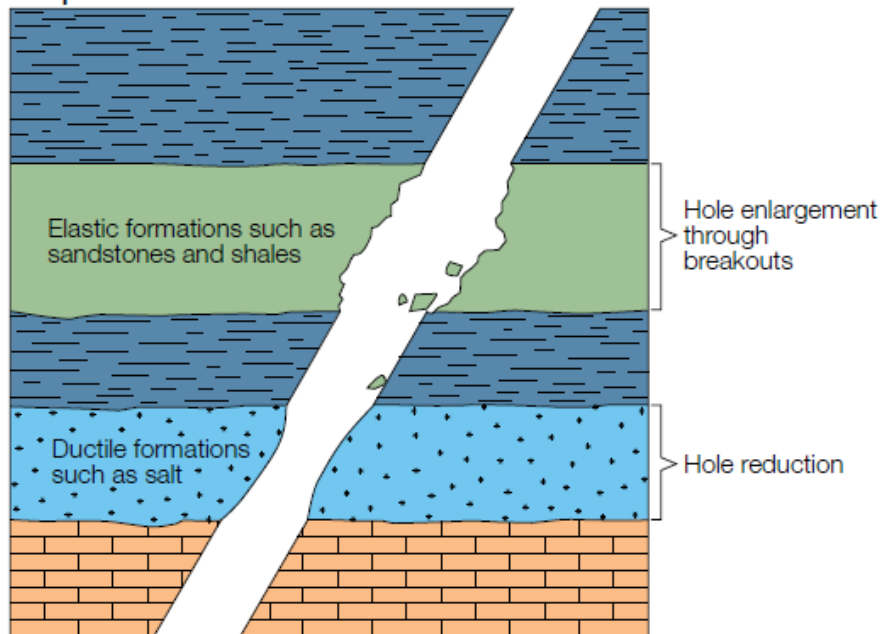




## Tensile failure



## Compressional failure

● **Fechamento do poço**

- >>> torque e drag
- prisão tubulação

● **Alargamento do poço**

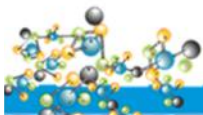
- Dificuldade de cimentação
- Possibilidade de desvios do poços
- Problemas de limpeza so poço
- Problemas para perfilagem

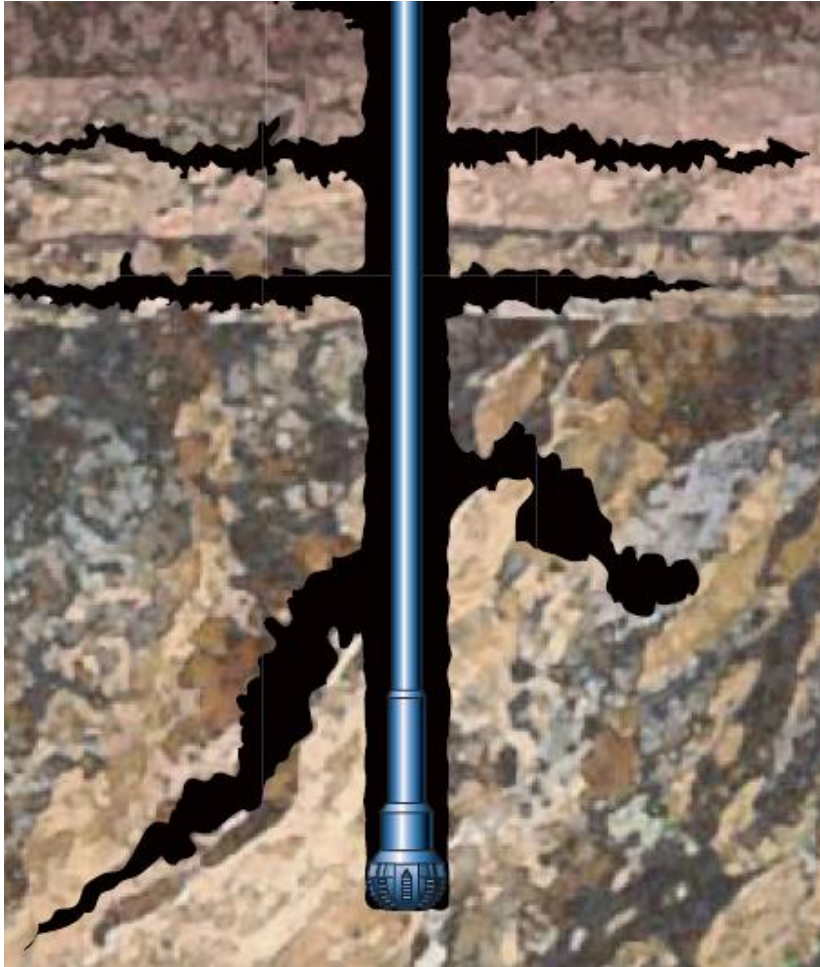
● **Fratura**

- Perda de circulação e possibilidade de kick

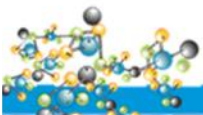
● **Colapso**

- Prisão de tubulação
- Perda do poço

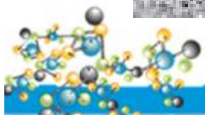
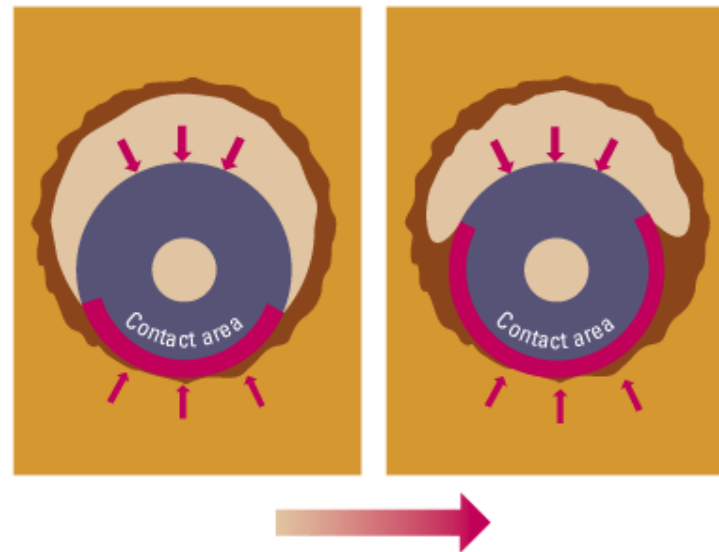
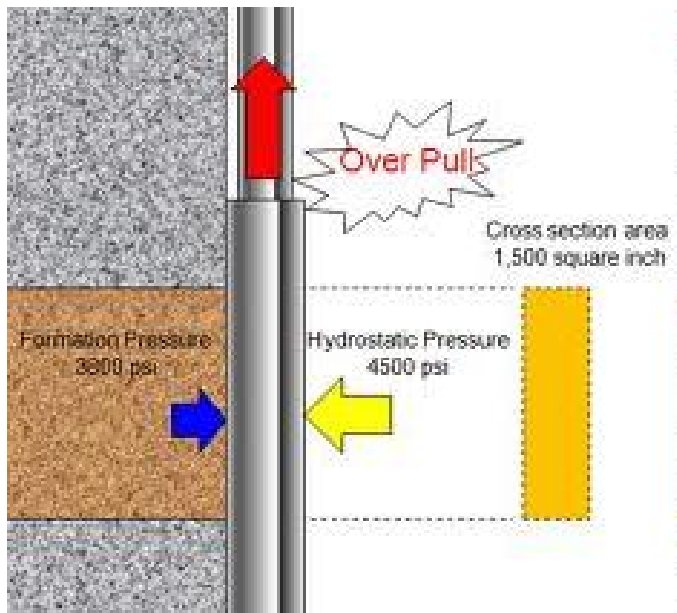


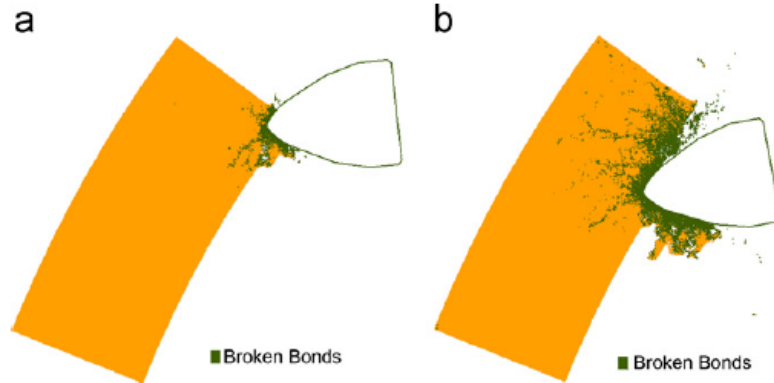
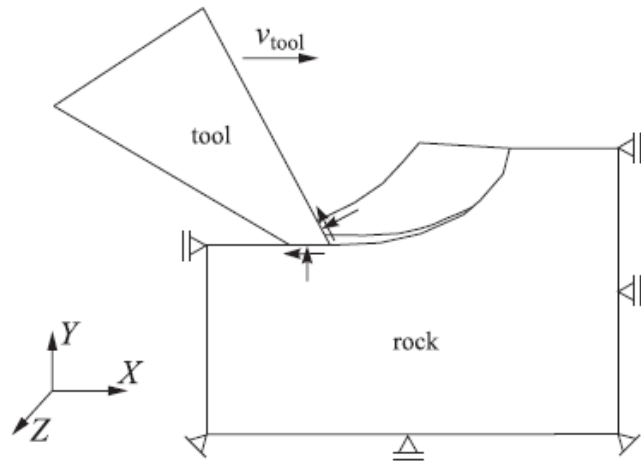


- Fluxo incontrolado de fluido de perfuração para a formação
- Perda parcial ou Perda Total
- Zonas altamente fraturadas
- Zonas com alta permeabilidade e baixa pressão
- Cavernas

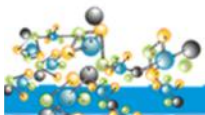
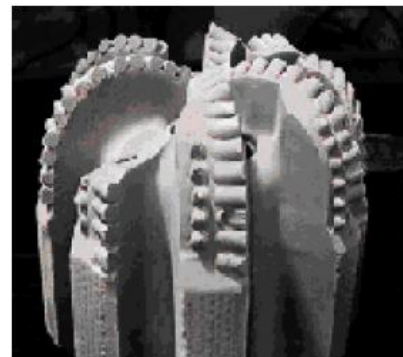
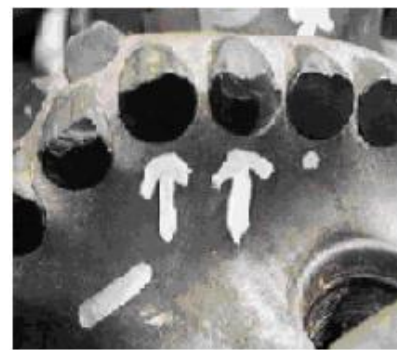


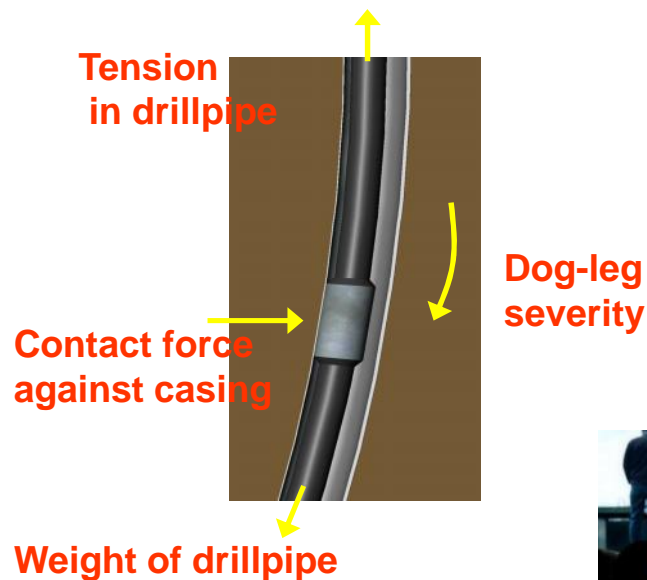
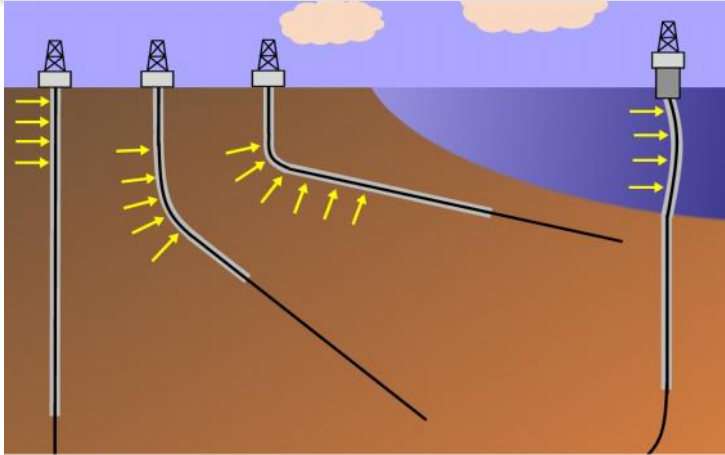
- Parte da coluna fica colada na reboco das paredes do poço
- Altas pressão diferencial desnecessária
- Reboco espesso (alto filtrado)
- Baixa lubricidade do reboco



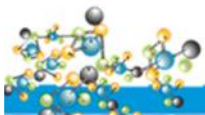


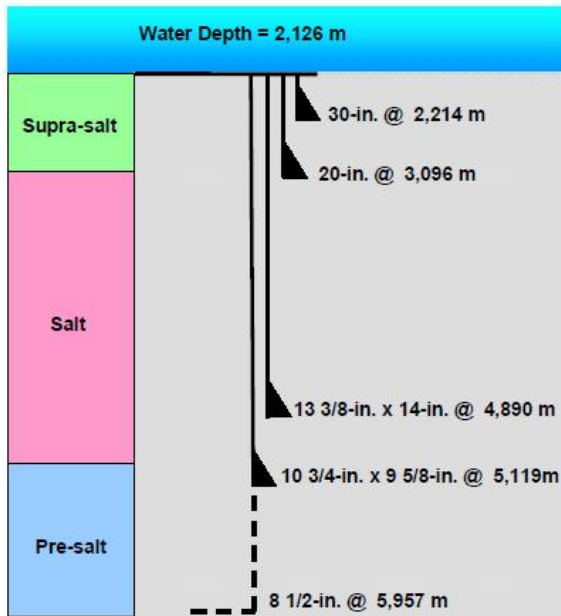
- Taxas de penetração ao redor de 3m/h
- em poços mais profundos
- Vibração dos elementos tubulares
- Baixa vida útil da broca
- Elevado impacto nos custos operacionais



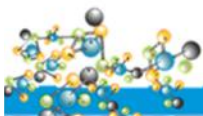
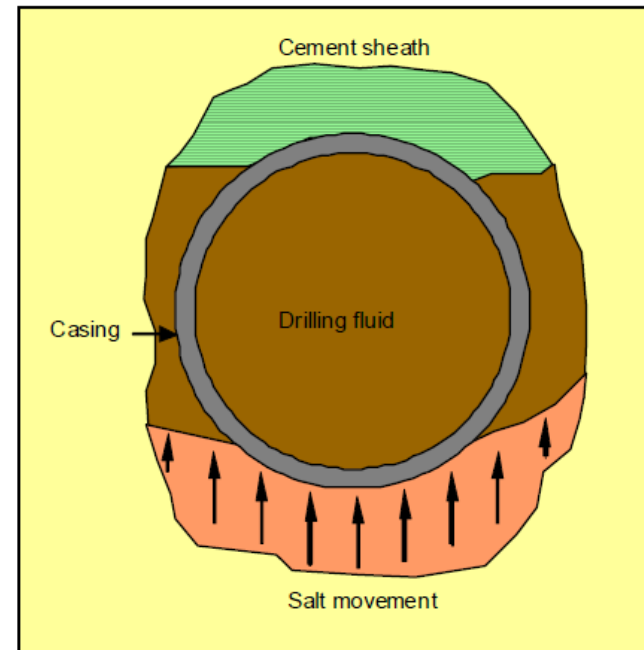
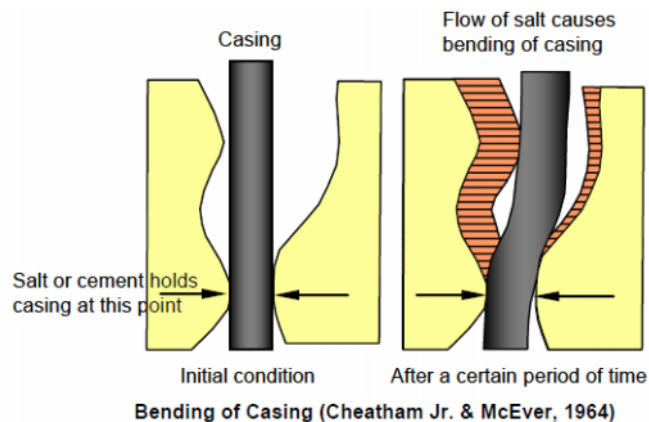


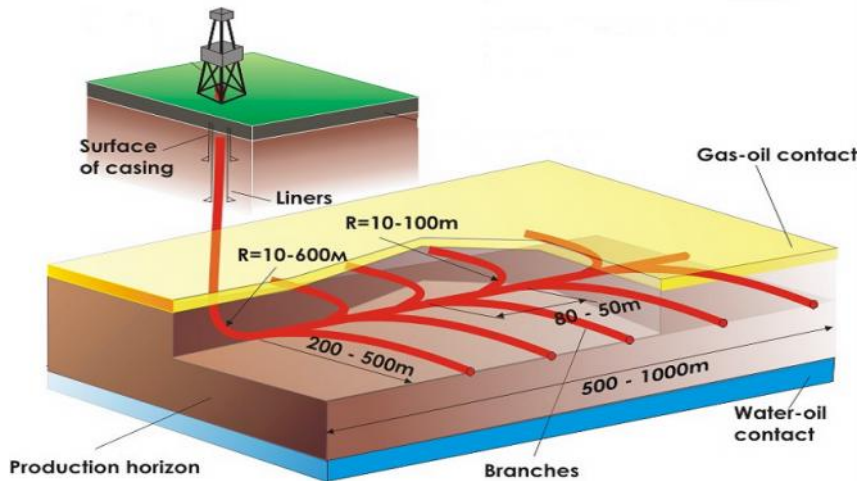
- Problema : desgaste dos elementos de coluna devido a rotação dentro do revestimento; fricção
- Cenário : poços direcionais profundos, poços direcionais em águas profundas, poços de longo alcance;
- Fatores que afetam a vida do drill pipe: desgaste devido ao torque/alto torque, arraste, stick-slip, rpm, vibrações
- IADC/SPE 112740



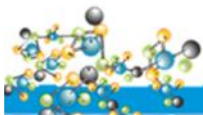
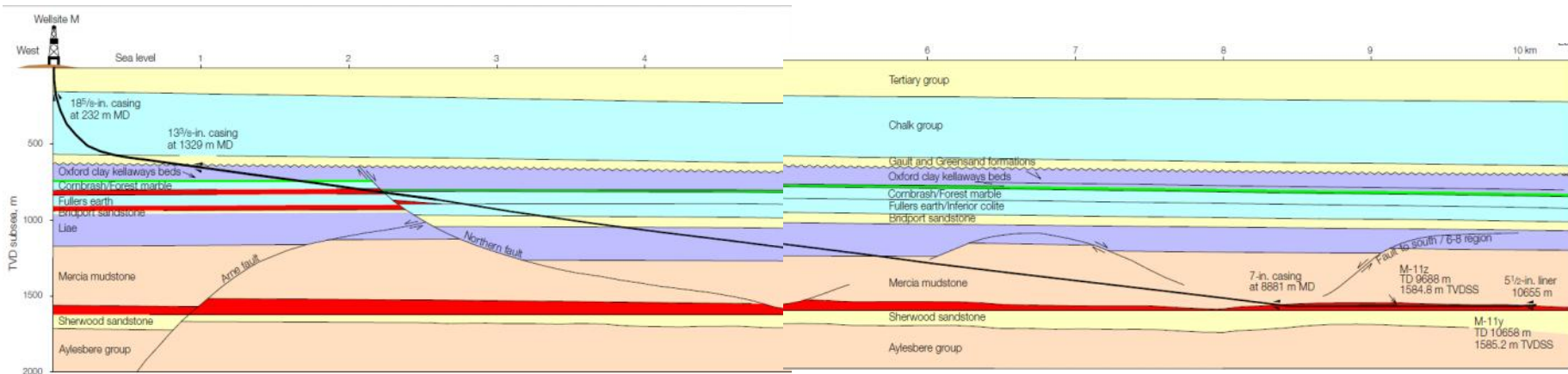


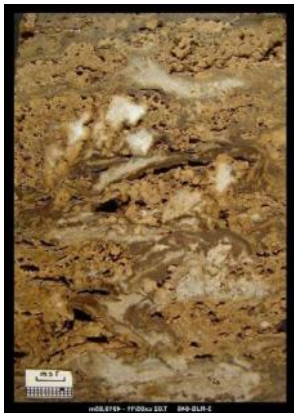
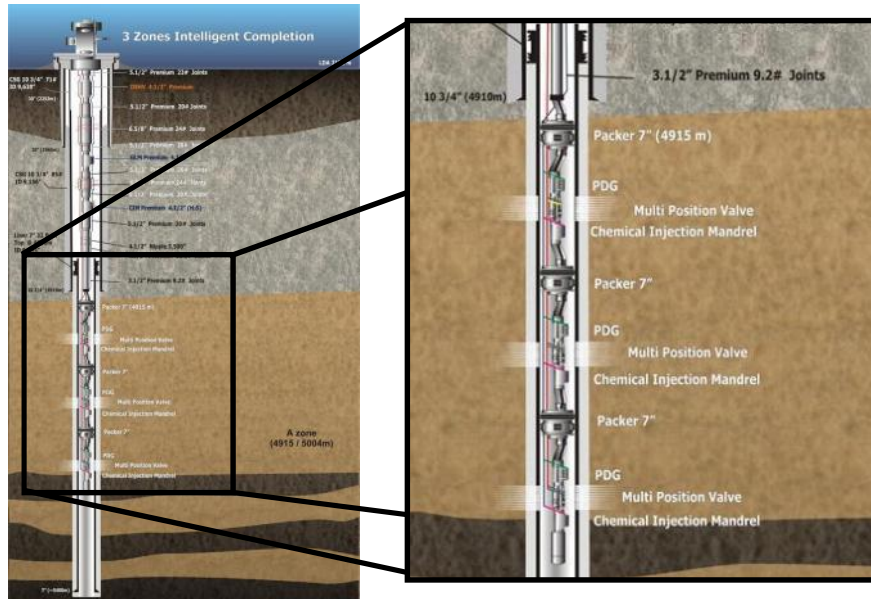
- Colapso do revestimento é um dos principais problemas do pré-sal
- A integridade estrutural do poço deve ser mantida por pelo menos 25 anos





- Cenário do pré-sal
- Necessidade de intervenções mais frequentes: completação seca.
- Poços de Grande Extensão
- Poços Multilaterais
- Existência de camadas de Sal
- Problemas de overpull, manuseio e tratamento de fluidos de perfuração
- Limites Potência da sonda impactam operações





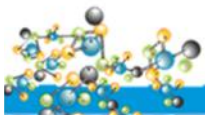
- Contaminantes no fluido produzido ou injetado
- Corrosão por ácido carbônico
- Corrosão localizada por sulfetos
- Corrosão por cloretos
- Corrosão por Oxigênio (poço injetor)
- Problemas de corrosão em operações acidificação
- Corrosão sob tensão (SCC)
- Trincas por hidrogênio
- Inexistência de monitoramento (remoto)
- Oportunidades : nano-revestimentos ou nanoestruturas para inibição de corrosão



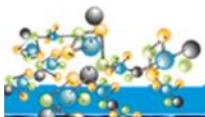
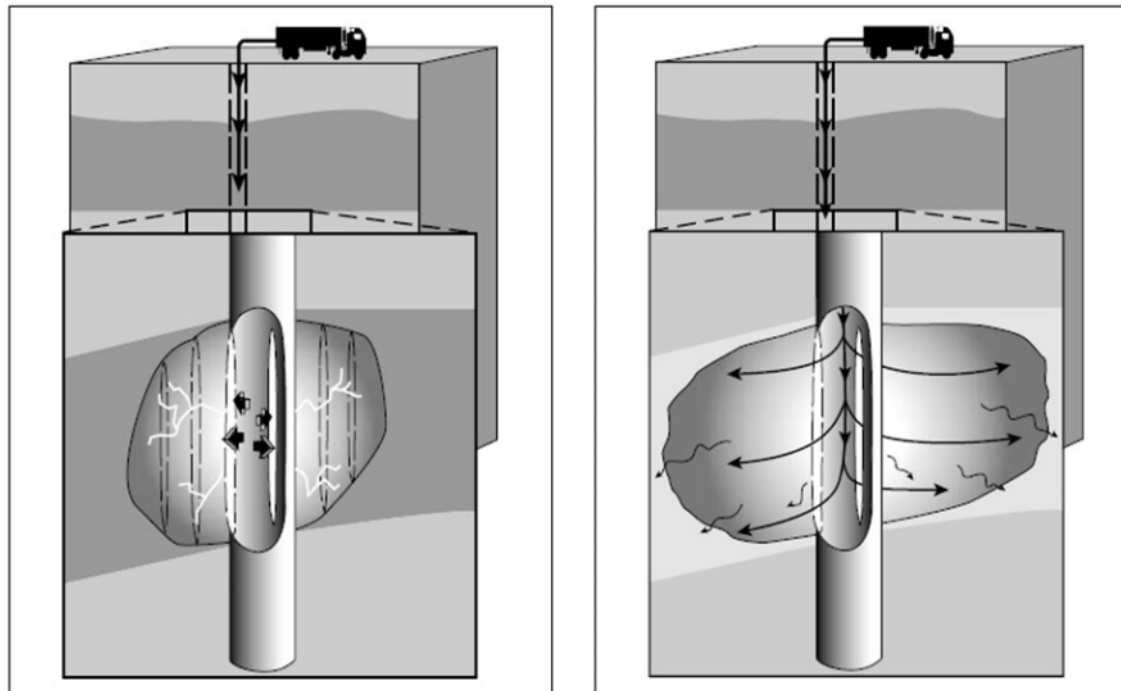




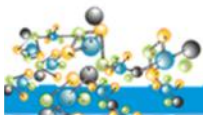
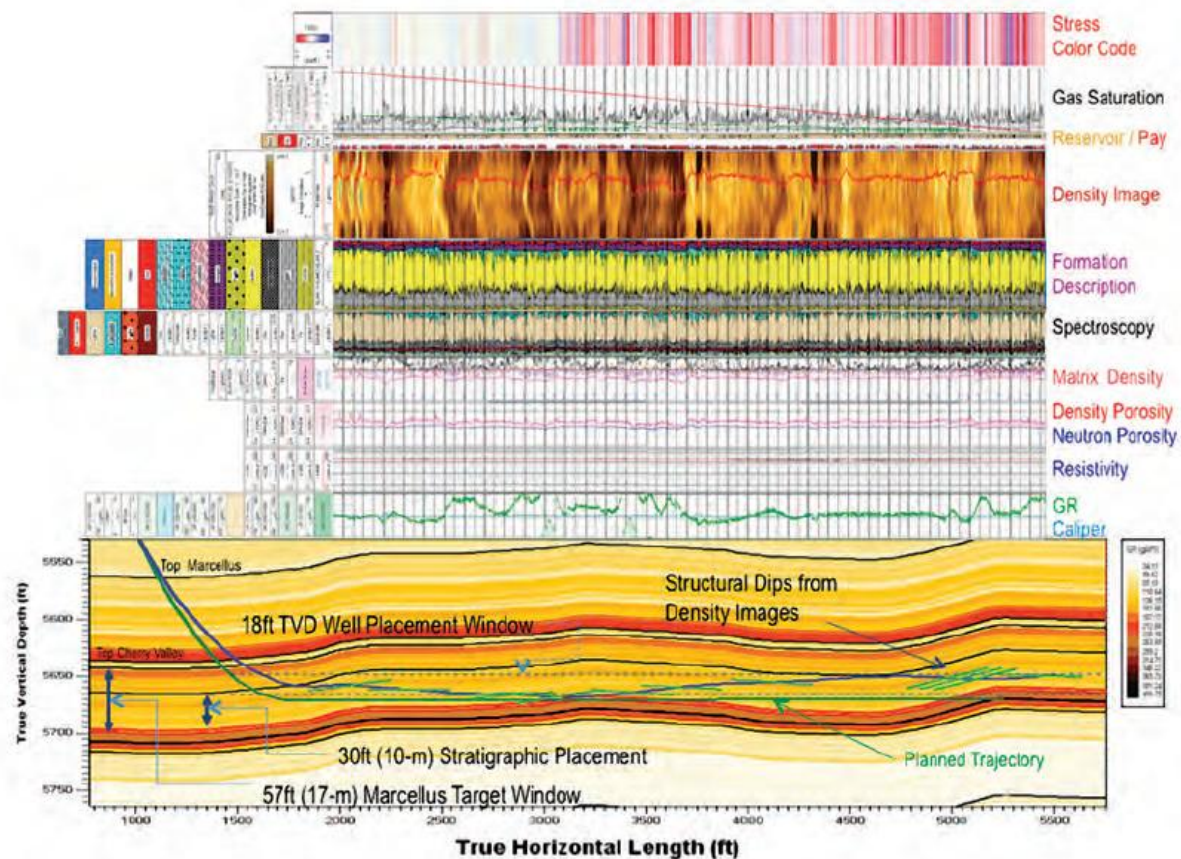
- **Prevenindo formação de hidratos.**
- **Deposição de parafina na coluna**
- **Controle de incrustações.**
- **Componentes do poço em contato com o fluido produzido: coluna de produção, equipamentos/válvulas e revestimento abaixo do packer**



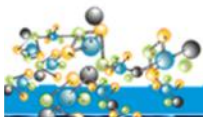
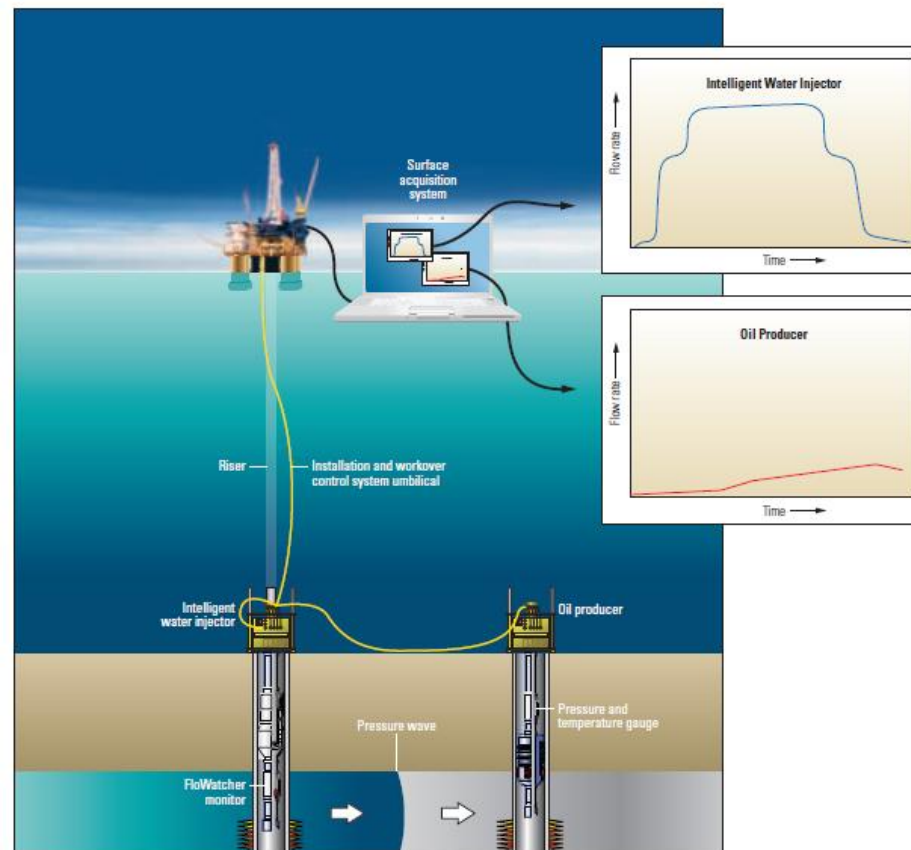
- Controle da altura da fratura
- Propantes leves e de alta resistência
- Maior precisão no mapeamento ao redor do poço
- Fraturas em poços horizontais
- Monitoramento das fraturas.

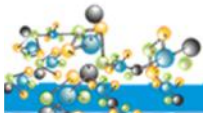
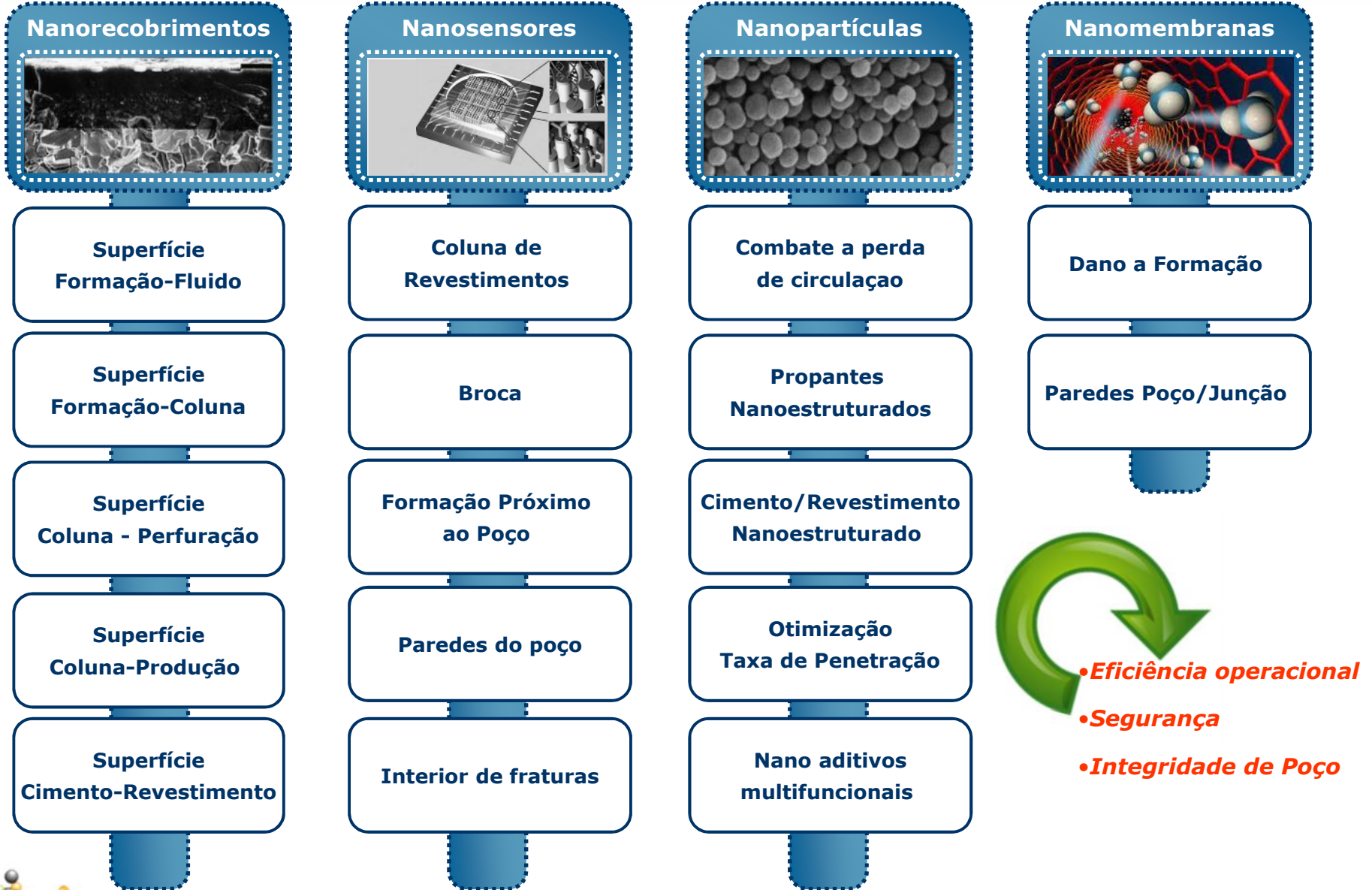


- Dificuldade de antecipar características da formação avante/ avaliação de dados reservatórios
- Dificuldade em antecipar zonas de alta pressão



- Custo elevado de intervenções em poços
- Monitoramento diversas funções no poço
- Atuadores remotos de válvulas





.....Buscando soluções a nível molecular  
para problemas da Engenharia de  
Poço.....

Obrigado !

Contato : Gabriel P. G. Sotomayor, D.Sc.

Av Republica do Chile 330 – 8º andar

20031- Rio de Janeiro-RJ-Brasil

Tel (21) 2144-6360 / 21 81483812 (cel)

Email: [gsoto@petrobras.com.br](mailto:gsoto@petrobras.com.br)

