

# PRÉ-SAL – VERDADES E MENTIRAS

**Questões técnicas e políticas**

Arthur Sady Abreu Marcon

Gianluca Rotava



“Não existe um pote de ouro depois do arco-íris que vai resolver todos os nossos problemas. Ainda não inventaram um passaporte para o futuro que não seja trabalhar muito, poupar mais, investir sempre e, principalmente, educar a população.”

## AGENDA

### 1. Introdução

- Pré-sal, o que é?
- Como se Originou?
- Descobertas
- Potencial

### 2. Desafios

- Qualidade
- Tecnologia
- Logística
- Ambientais

### 3. Geopolítica

- Histórico Brasileiro
- O que fazer com o Petróleo
- Triste situação atual

## PRÉ SAL, O QUE É?

---



### **PRÉ SAL**

O "pré-sal" é uma área de reservas petrolíferas encontrada sob uma profunda camada de rocha salina, que forma uma das várias camadas rochosas do subsolo marinho.



### **PRÉ SAL**

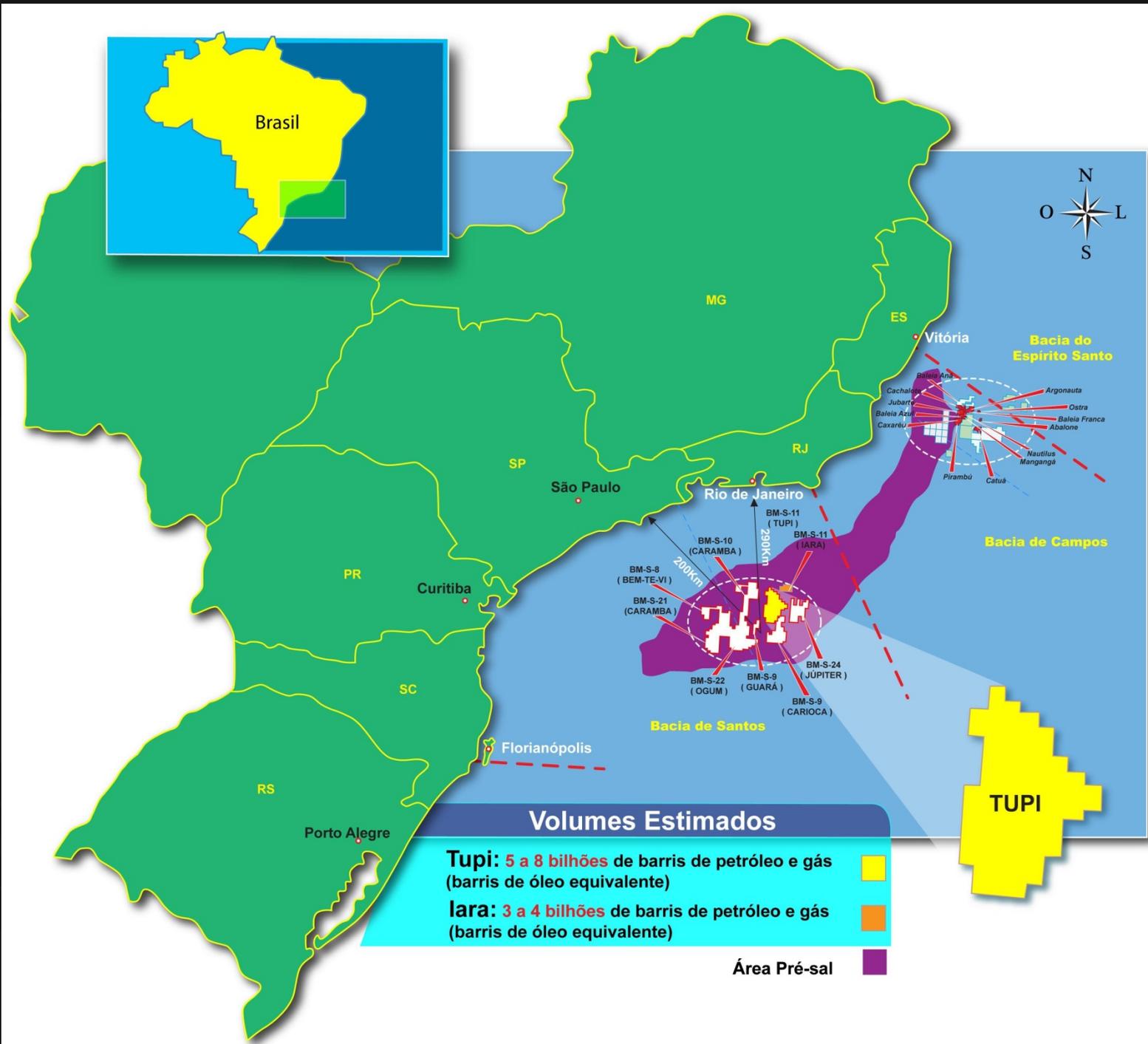
As reservas do pré-sal encontradas no litoral do Brasil são as mais profundas em que já foi encontrado petróleo em todo o mundo.



### **"PROVÍNCIA" PRÉ SAL**

Polígono de aproximadamente 800 km de extensão por 200 km de largura, no litoral entre os estados de Santa Catarina e Espírito Santo. Onde existem conjunto de rochas com verdadeiro potencial para gerar e acumular petróleo na camada pré-sal.

PRÉ SAL, O C



amada de

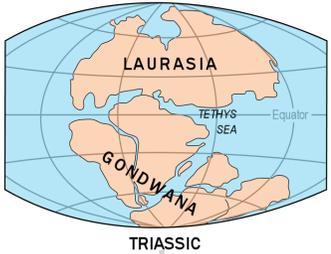
as em que

no litoral  
o de  
a pré-sal.

# 1. INTRODUÇÃO

## COMO SE ORIGINOU?

Separação  
GONDWANA



Rochas geradoras do  
petróleo Pré-Sal



Camada de sal (2km) e deposição  
sob a mat. orgânica.



Processos  
Termoquímicos  
(Milhões de  
anos)



Deposição

Mat. Orgânica

120 Milhões de  
anos atrás



Grandes Depressões  
Grandes Lagoas



Mat. Orgânica acumulada  
coberta pelo OC. Atlântico



Hidrocarbonetos  
(Petróleo & Gás  
Natural)

# COMO SE ORIGINOU?

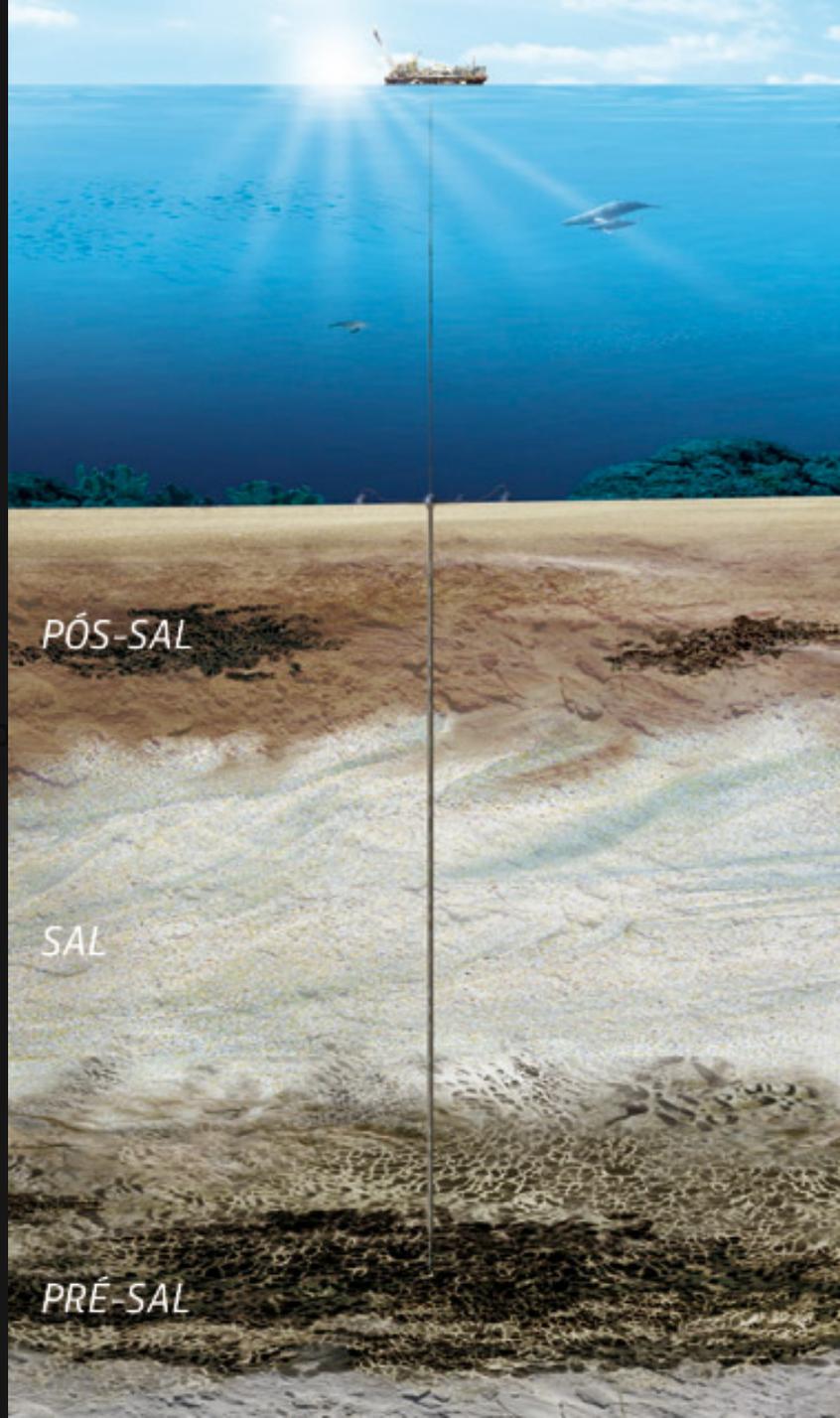


Separação GONDWANA



120 Milhões de anos atrás

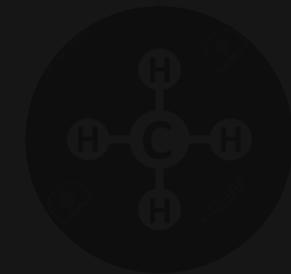
Grandes Depressões  
Grandes Lagunas



a de sal (2km) e deposição sob a mat. orgânica.



Processos Termoquímicos (Milhões de anos)



Hidrocarbonetos (Petróleo & Gás Natural)

~ 6.000 m

## DESCOBERTAS

---



### NO BRASIL

O Brasil descobriu petróleo no pré-sal nos anos **50** e já o explora há **décadas**.

- Campo Tabuleiro dos Martins (Maceió) – 1957
- Campo de Carmópolis – 1963 - **Hoje**: 30 mil barris por dia;
- Campo Badejo – Bacia dos Campos – 1975.



### NO MUNDO

- Golfo do México;
- Oriente Médio;
- Oeste da África (Mar Norte);
- Groningen (Holanda) – Shell (1959) – Ainda em funcionamento.

# Não tão novo...

# Descobertas de grandes reservas...

# POTENCIAL



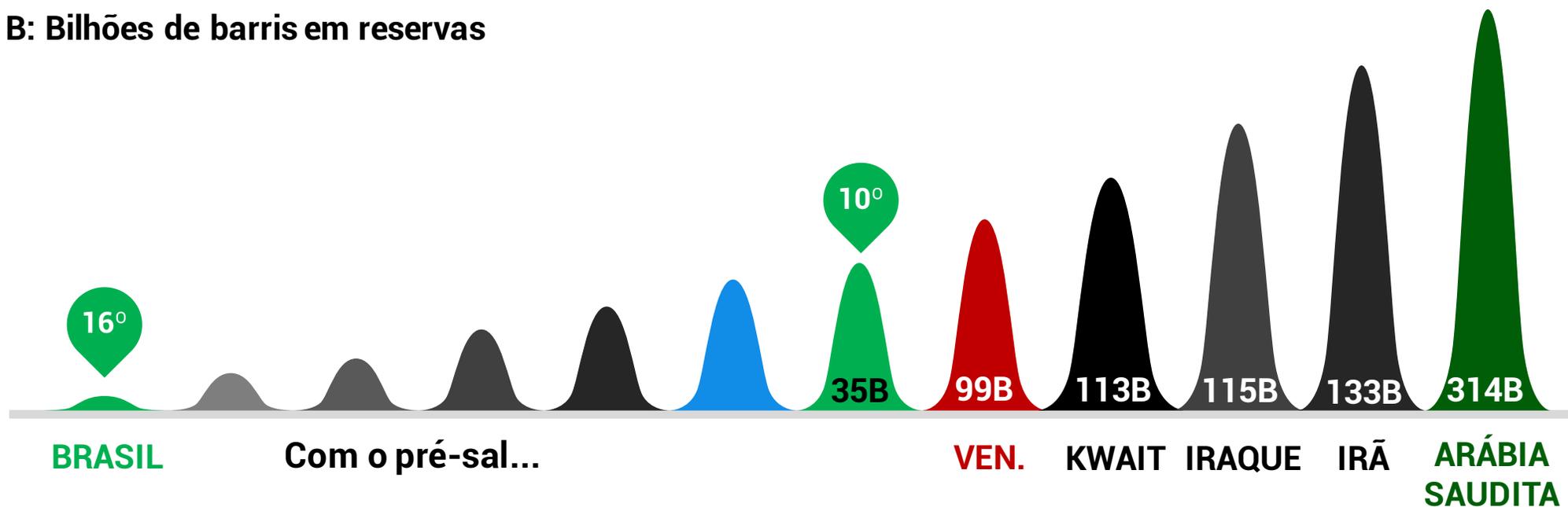
## GAFNEY, CLINE & ASSOCIATES

Contratada pela ANP para analisar os campos do pré-sal.

- Potencial de **15 a 20 bilhões** de **barris**;
- Dobrar reservas brasileiras: **15,2 bilhões (2010)**.

MUITAS INFORMAÇÕES!  
COPPE – POTENCIAL 80 BILHÕES

B: Bilhões de barris em reservas





## GAFNEY, CLINE & ASSOCIATES

"O volume certificado é equivalente à soma de uma série de descobertas gigantes feitas nos últimos anos, como o campo de Kashagan, no Casaquistão, a área no Golfo do México que permitiu a instalação da **Thunder Horse**, a maior plataforma de petróleo do mundo, além de áreas na Bacia de Campos como Marlim e Roncador."



## COPPE (UFRJ)

"Se o país decidir olhar para o pré-sal como a ponta de um *iceberg* de oportunidades e inserir na agenda nacional a formulação de uma estratégia integral para sua área marítima, **o mar poderá ser para o Brasil do século 21 o mesmo que a conquista do espaço representou para os Estados Unidos no século 20**. Uma plataforma de desenvolvimento tecnológico com repercussões amplas e profundas em diferentes áreas da vida econômica e social. Geração de energia de diferentes fontes, incluindo ondas, marés e correntes; construção de estruturas navais; navegação de cabotagem e internacional; e vigilância por satélites são apenas alguns dos setores e atividades que seriam positivamente impactados por essa estratégia."

## QUALIDADE

---



### PÓS-SAL

- 70% dele é do tipo "pesado"; Enormes cadeias de carbono em sua composição;
- Moléculas devem ser quebradas em outras menores para virar produtos de alto valor (**diesel, gasolina, lubrificantes**);
- Refino encarecido!



### PRÉ-SAL

- O pré-sal tem petróleo de densidade média;
- Por isso, é mais fácil de refinar, sendo mais valioso!
- **Problema: Custo para chegar até ele. Tecnologias que ainda não existem.**



150°C

- **Impediu a proliferação de bactérias que no pós-sal comeram as frações mais leves do óleo.**

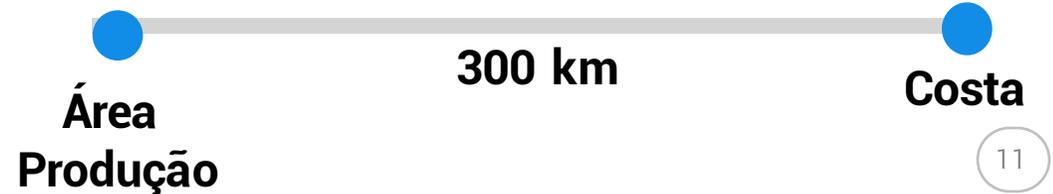
# COMO CHEGAR ATÉ LÁ?

## Desafios Verticais

- Perfurar o poço;
- Cada camada com um tipo de comportamento;
- Caminho de volta, sem entupir dutos e sem causar vazamento.

## Desafios Horizontais

- Transporte;
- 300 km, uso de navios e gasodutos;
- Carregar equipamentos, suprimentos e pessoal para as plataformas.

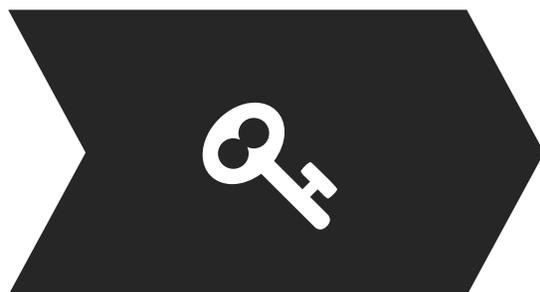


## TECNOLOGIA



### BACIA DE CAMPOS

- Três décadas de trabalho foram suficientes para desenvolver a tecnologia necessária;
- Atravessar duas camadas (Água + Sedimentos) ~ 4.000 m.



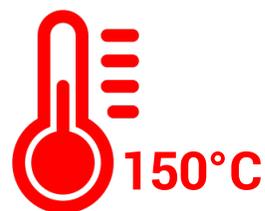
### PRÉ-SAL

- O sal, nessas profundidades, se comporta como uma **massa plástica e impermeável**. Mal aberto o poço, volta a fechá-lo.
- **Rocha calcária carbonática**, comportamento é ainda **desconhecido** dos geólogos e engenheiros.

US\$ 120 e 160 milhões!!

10x

Poços desviados lateralmente (12 a 20 km)



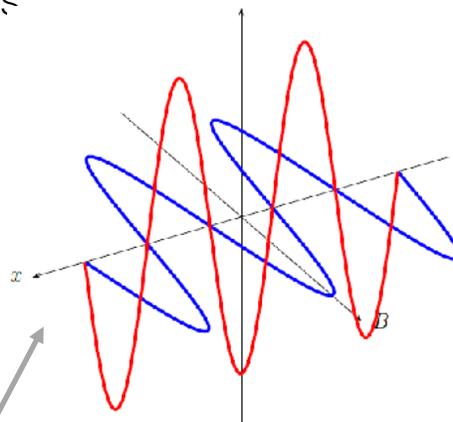
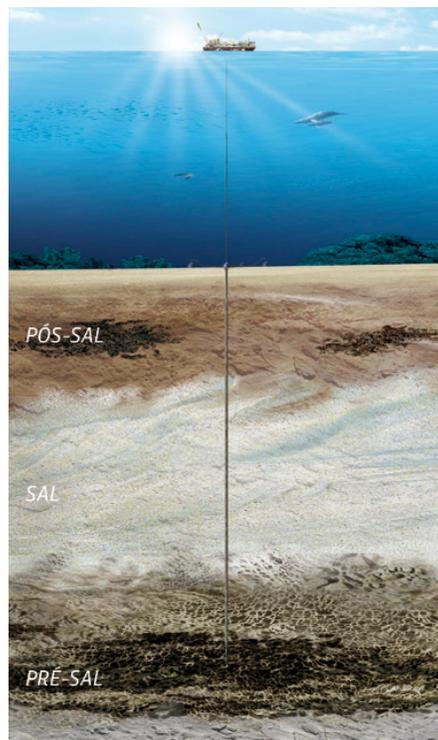
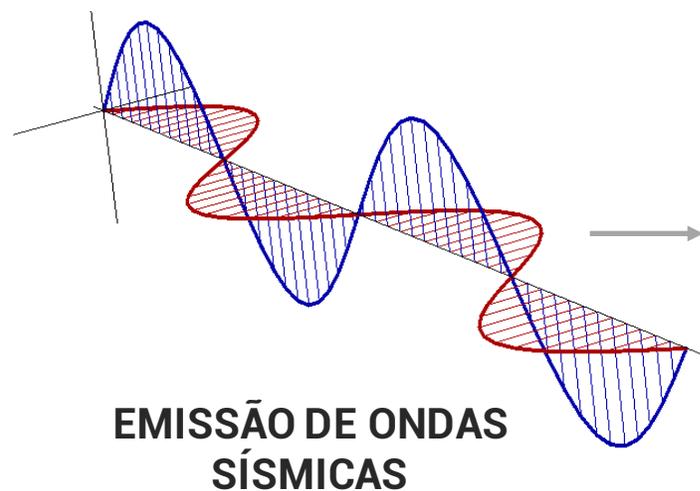
Ambiente Corrosivo  
(H<sub>2</sub>S e CO<sub>2</sub>)





## SUPERCOMPUTADORES

- Camadas geológicas que formam a cadeia petrolífera;
- Como o petróleo se espalha na rocha que o aprisiona, o que ocorre nos dutos;
- Comportamento no mar de um navio ou uma plataforma que ainda nem foram construídos

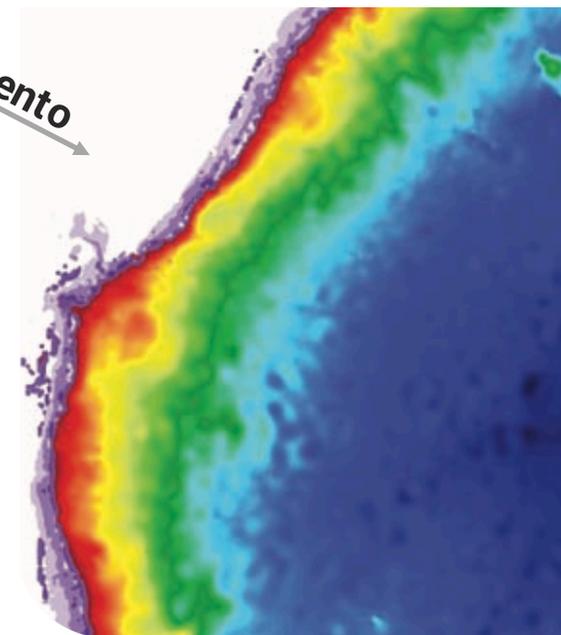


### Ondas Refletidas

- Tempo de retorno
- Intensidade

Processamento

### Potencial Petrolífero



## TECNOLOGIA

---



### **SUPERCOMPUTADORES**

- Camadas geológicas que formam a cadeia petrolífera;
- Como o petróleo se espalha na rocha que o aprisiona, o que ocorre nos dutos;
- Comportamento no mar de um navio ou uma plataforma que ainda nem foram construídos.



## TECNOLOGIA

---



### CONTROLE REMOTO

- Monitorar em tempo real o que acontece nos poços;
- Instrumentação avançada, conectada na rede;
- Informar níveis de pressão, temperatura e vazão nos poços monitorados;
- Informações de segurança, tais como detecção de falhas e diagnósticos.



### APRIMORAR

- Testar novos materiais e metodologias de solda, essenciais para o desenvolvimento dos revestimentos para as tubulações que serão utilizadas em altas profundidades;
- Desenvolvimento de técnicas para desacelerar a corrosão de gases hostis misturados ao petróleo e ao gás.

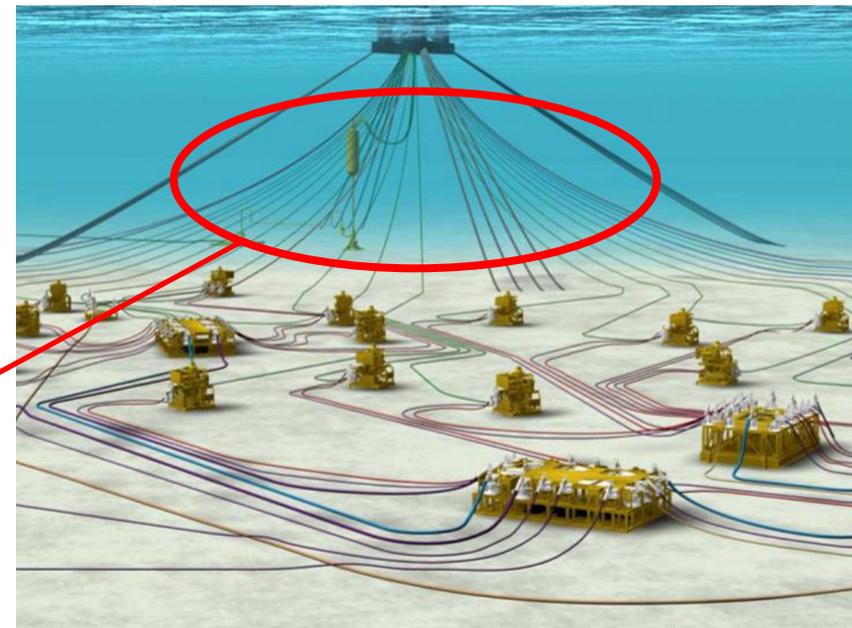


# Como transportar o petróleo até a superfície?



## **DUTOS**

- Milhares de quilômetros de tubulações especiais (corrosão, fadiga, entupimentos);
- Na cabeça do poço, tubos formam uma teia, conectando vários poços a uma plataforma;
- Depois, os dutos conectam as plataformas aos navios (transporte do óleo).

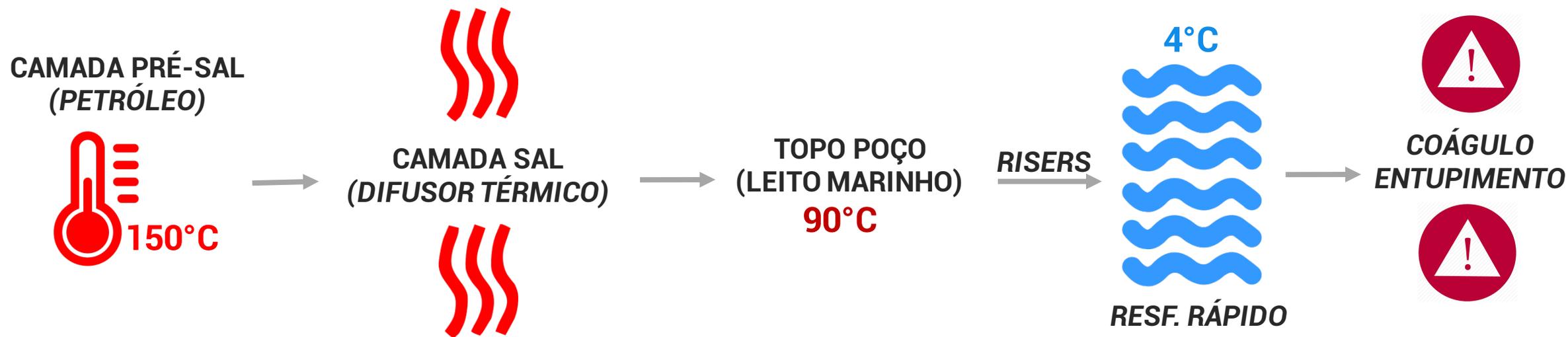


## **RISERS**

- Dutos que transportam o óleo e o gás para a superfície;
- Suportar grandes pressões, grandes trações;
- Rigidez, flexibilidade, resistência à fadiga e aos ataques corrosivos não são os únicos problemas das tubulações;
- Proteção térmica.



## NO INTERIOR DO RESERVATÓRIO

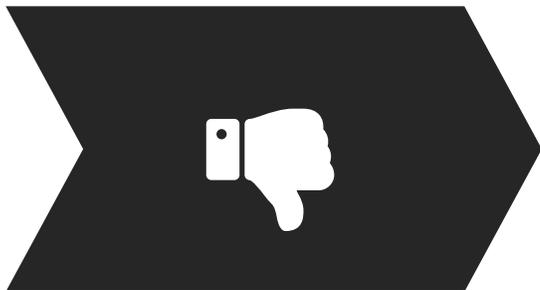
**PROTEÇÃO TÉRMICA DOS RISERS – DESAFIO PRÉ-SAL**

- Adição de produtos químicos ao óleo e ao gás para retardar o esfriamento;
- Desenvolvimento de materiais que protejam termicamente os dutos;
- Fazer a separação da água e sedimentos ainda na cabeça do poço, o que reduziria o risco de entupimento dos *risers*.

**FUTURO: Bombear diretamente o óleo e o gás diretamente do poço para a costa.**

## LOGÍSTICA

### DISTÂNCIA DA COSTA

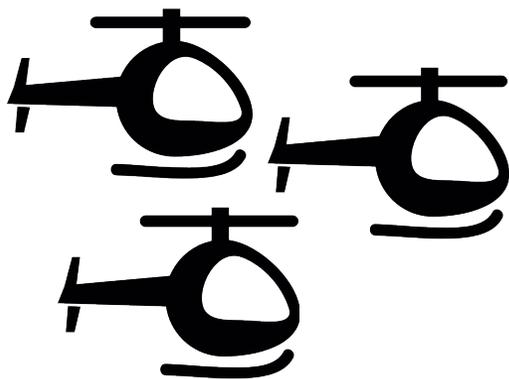


- Os depósitos de petróleo e gás da camada do pré-sal brasileiro estão a cerca de 300 km da costa;
- 2x distância dos mais afastados poços de petróleo da Bacia de Campos (máx 140 km);
- Necessário criar alternativas para transportar equipamentos, pessoal e suprimentos para as áreas de produção.



### SOLUÇÃO ATUAL

- Transporte de pessoal e de pequenas cargas por helicópteros;
- Limitações para uso em áreas remotas como a região do pré-sal;
- Como resolver??

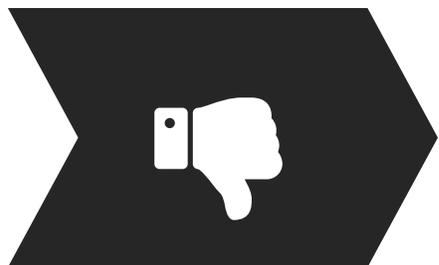


### Megaestruturas Flutuantes

### Grandes Ilhas Artificiais

- Galpões, pátios de armazenamento, alojamentos;
- Locais para atracação de embarcações;
- Várias pistas de pouso;

## LOGÍSTICA



### CONDIÇÕES

- Condições do mar mais severas do que na Bacia de Campos;
- São necessários projetos específicos e simulações numéricas e físicas com modelos reduzidos para avaliar que tipo de estrutura se comportará melhor ante a ação das ondas, correntes e ventos.



### SIMULAÇÕES

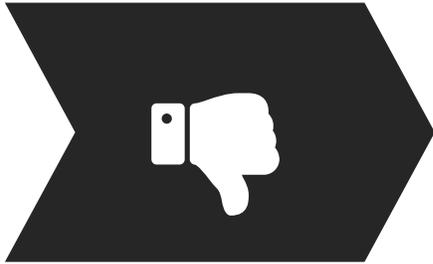
- Manobras de aproximação, conexão e aliviação ("**offloading**");
- Essas operações envolvem embarcações de grande porte, que precisam se aproximar com segurança e se conectar, mantendo o posicionamento em meio à ação de ventos, ondas e correntes.

### TANQUE OCEÂNICO COPPE



- Simulações físicas com modelos reduzidos;
- Tanque de testes mais profundo do mundo para simulações do comportamento de estruturas oceânicas e de instalações submarinas.
- Possui um sistema para simular também as correntezas marinhas.
- Nível de realismo necessário para os trabalhos de interesse do pré-sal.

# AMBIENTAIS



## DIÓXIDO DE CARBONO

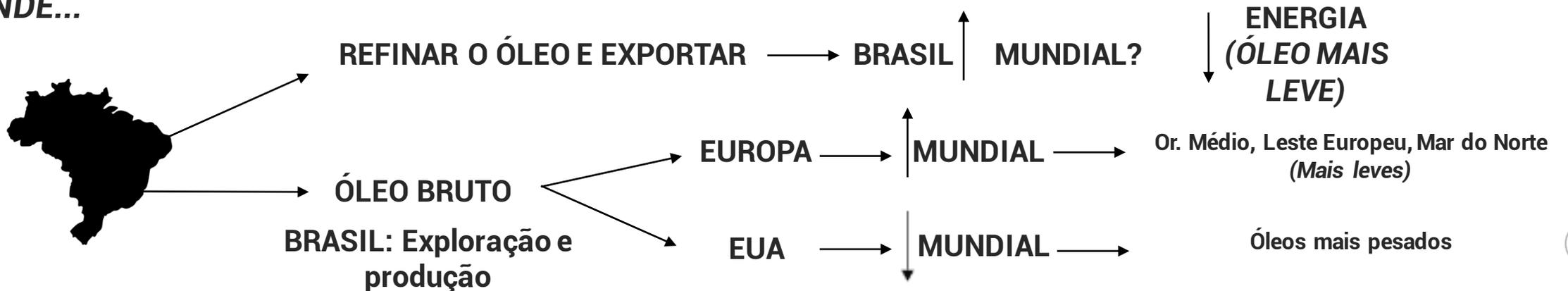
- A destinação a ser dada ao dióxido de carbono, o principal gás causador do efeito estufa, é um desafio ambiental;
- **Campo de Tupi**, o primeiro descoberto na região do pré-sal, é de **8% a 12%**, ao passo que a **média nacional** é de **4%**.



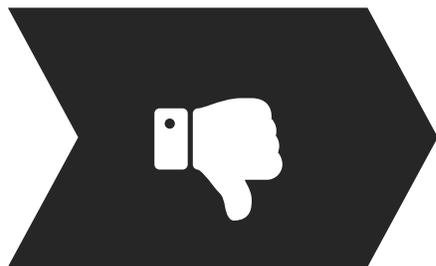
## FONTES DE EMISSÃO

- CO2 presente no reservatório com o óleo; as emissões, nas plataformas, de gás natural, caso não seja aproveitado comercialmente;
- Emissões resultantes do transporte e processamento do gás e do óleo bruto
- Emissões geradas pela queima do gás e seus derivados e dos derivados do petróleo

### DEPENDE...



## AMBIENTAIS



### DESTINO SEGURO

- Dar um destino ambientalmente seguro a plataformas e tubulações desativadas;
- No Brasil ainda não há plataformas desativadas, mas já há uma grande quantidade de dutos sem serventia.



Rio das Ostras, (próximo a Macaé), teste de recifes artificiais, construídos com dutos descartados pela Petrobras, para estimular o crescimento da vida marinha e atrair peixes.

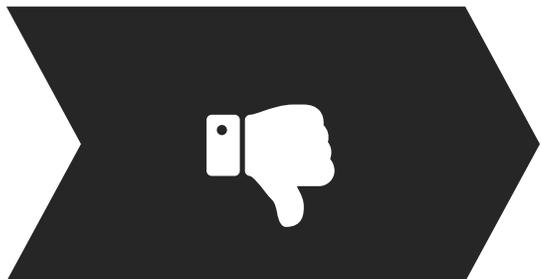
Com altura de prédios de três andares, os recifes têm formatos variados – cubos, pirâmides, prismas, montados pelo encaixe de dutos, como num jogo de armar gigante.

**CONHECIMENTO ACUMULADO  
EXPLORAÇÃO E PRODUÇÃO OFFSHORE PETRÓLEO**



**SURGIMENTO DE TECNOLOGIAS  
FONTES RENOVÁVEIS E RECUPERAÇÃO DOS IMPACTOS  
AMBIENTAIS**

## CONCLUSÃO



### PERSPECTIVA & OTIMISMO

- Obstáculo a ser vencido;
- Assim como a usina de ondas (desenvolvidas a partir da tecnologia do petróleo), outros projetos e aplicações surgirão com a exploração do pré-sal.
- Aplicações inéditas para as estruturas *offshore* e para os novos materiais que estão sendo desenvolvidos nascerão da competência e da criatividade de cientistas e engenheiros.

## Por quê começou a valer a pena exploração de poços pré-sal?

**1998 – ANP – Petrobrás não quis os campos pré-sal – US\$ 15**

**2009 – Descoberta da Província Pré-Sal – US\$ 80**



**Quais as questões políticas associadas?**



## Histórico Brasileiro

---



**PETROBRAS**



## Histórico Brasileiro

- Milagre econômico
- Produção em terra e águas rasas
- Início de estudos em águas profundas
- Bacia de Campos
- Inovação tecnológica



1950

1970

1997

2007

2010

2013

## Histórico Brasileiro

---

- Auge do Neoliberalismo
- Criação da Lei 9.478
- Criação da ANP
- Regime de concessão



**anp**  
**Agência**  
**Nacional do**  
**Petróleo**



## Histórico Brasileiro

---

- Tupi – Descoberta do pré-sal
- Preço do petróleo em constante aumento
- Viabilidade econômica



## Histórico Brasileiro

---

- Lei 12.351
- Regime de partilha
- FS – Fundo Social
- Criação da PPSA



## Regime de partilha

- Royalties 15%
- Petróleo extraído ainda pertence a União
- Bônus de assinatura
- 41,65% para a União

## Regime de concessão

- Royalties 5%\*
- Petróleo extraído pertence a empresa
- Apenas bônus de assinatura
- Participação especial\*



## Royalties e Fundo Social

---

### Regime de concessão

- Royalty: prêmio a ser pago ao detentor do recursos naturais não reprodutíveis.
- “ São bens da União: V - os recursos naturais da plataforma continental e da zona econômica exclusiva; VIII - os potenciais de energia hidráulica; IX - os recursos minerais, inclusive os do subsolo;

§ 1º - É assegurada, nos termos da lei, aos Estados, ao Distrito Federal e aos Municípios, bem como a órgãos da administração direta da União, participação no resultado da exploração de petróleo ou gás natural, de recursos hídricos para fins de geração de energia elétrica e de outros recursos minerais no respectivo território, plataforma continental, mar territorial ou zona econômica exclusiva, ou compensação financeira por essa exploração.”

## Fundo Social

- “Poupança” para amenizar a exportação do petróleo
- Saúde
- Educação
- Cultura
- Esporte
- Ciência e tecnologia
- Meio ambiente

## Regime de partilha

Lavra em terra, rios, lagos, ilhas lacustres ou fluviais	
Royalties 5%	Royalties + 5%
70% Estado produtor 20% Município produtor 10% Município afetado	52,50% Estado produtor 15% Município produtor 7,50% Município afetado 25% Fundo Social União

Plataforma continental, no mar territorial ou na zona econômica exclusiva	
Royalties 5%	Royalties + 5%
20% Estado produtor 17% Município produtor 3% Município afetado 20% Fundo Social União 20% Fundo especial estadual 20% Fundo especial municipal	20,00% Estado produtor 17% Município produtor 3,00% Município afetado 20% Fundo Social União 20% Fundo especial estadual 20% Fundo especial municipal

## Regime de partilha

### Terras, rios, lagos, ilhas lacustres ou fluviais

- 20% Estados confrontantes
- 10% Municípios confrontantes
- 5% Municípios afetados
- 25% Fundo especial estadual
- 25% Fundo especial municipal
- 15% Fundo Social - União

### Plataforma continental, no mar territorial ou na zona econômica exclusiva

- 22% Estados confrontantes
- 5% Municípios confrontantes
- 2% Municípios afetados
- 24,5% Fundo especial estadual
- 24,5% Fundo especial municipal
- 22% Fundo Social - União

### Participação especial

- 42% Fundo Social União
- 34% Estado produtor
- 5% Município produtor
- 9,50% Fundo especial estadual
- 9,50% Fundo especial municipal

## Histórico Brasileiro

# Leilão de Libra



**PETROBRAS**



## O que fazer com o petróleo

---

- Regime de partilha permite ao Estado ditar o ritmo da produção
- Explorar o máximo possível ou limitar a extração?
- Quais as vantagens de ser exportador de petróleo?



## O que fazer com o petróleo

---

Produtores (barris/dia)	Importadores (barris/dia)	Consumidores (barris/dia)
Russia (10.250.000)	EUA (9.080.000)	EUA (19.396.00)
Arábia Saudita (10.050.000)	China (6.167.000)	China (11.968.000)
EUA (8.744.000)	India (3.812.000)	India (4.159.000)
Iraque (4.836.000)	Japão (3.441.000)	Japão (4.150.000)
China (3.938.000)	Coréia do Sul (2.949.000)	Arabia Saudita (3.895.000)
Brasil (2.624.000) 10º	Brasil (344.900) 27º	Brasil (3.157.000) 6º

### 3. Geopolítica

## Triste situação atual

---



## Referências

---

- Gaffney, Cline & Associates. **Exame e Avaliação de Dez Descobertas e Prospectos Seleccionadas no Play do Pré-sal em Águas Profundas na Bacia de Santos, Brasil.** 2010.
- Paulo César Ribeiro Lima. **Os desafios, os impactos e gestão da exploração do pré-sal.** 2008.
- COPPE, UFRJ. **Corrida para o mar - Os desafios ambientais e tecnológicos do pré-sal.** 2009
- R. L. C. Beltrão, *et al.* *Petrobrás.* **Challenges and New Technologies for the Development of the Pre-Salt Cluster, Santos Basin, Brazil.** 2009
- **O Petróleo tem que ser nosso – A última fronteira.** Direção: Peter Cordenonsi. Disponível em: <<https://goo.gl/iCMhgv>>. Acesso em: 31 abr. 2017.
- Documentário: **O Desafio do Pré-Sal.** Fonte: Discovery Channel. Disponível em: <<https://goo.gl/4P0D8J>>. Acesso em: 31 abr. 2017.

DÚVIDAS ?