

# Desafios e Oportunidades visando o aumento de FR em campos terrestres

Ana Paula Costa  
UO-BA/ATP-N/RES  
E&P/TAR

23-24/03/2017

# Como promover o aumento de FR% em campos maduros terrestres?



- ✓ **Projetos de EOR**
- ✓ Ampliação, Implantação e otimização de projetos de injeção de água
- ✓ Projetos de IOR, Adensamento de malha, perfuração com sondas *slim*, etc)
- ✓ Investimento em novas metodologias visando otimizar a produção
  - ✓ Parceria com CENPES
    - ✓ P&D -Parcerias com Universidades
      - ✓ PRHs (Grande importância para o desenvolvimento das pesquisas)
- ✓ Flexibilização
  - ✓ Demandas externas e internas visando a dinâmica de produção em ambientes terrestres.

# Panorama EOR no mundo

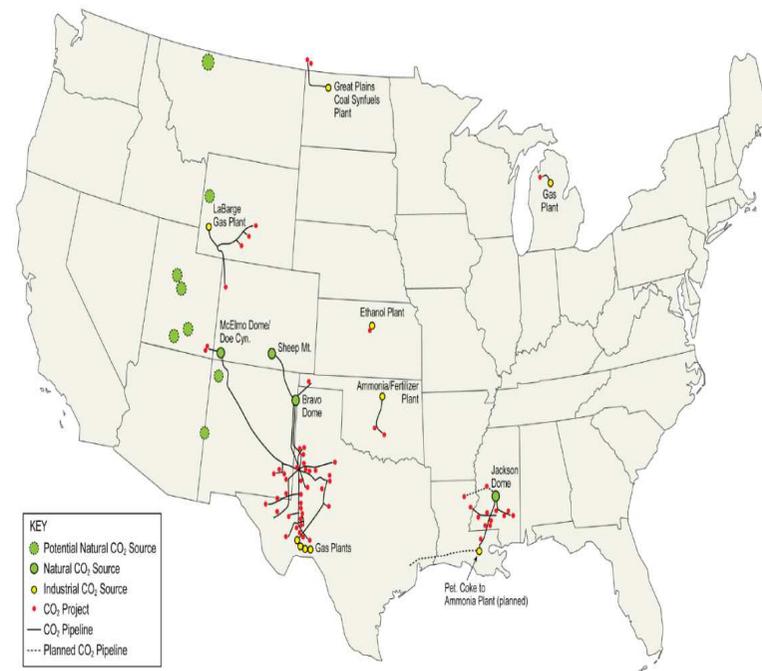


## ✓ EUA:

- ✓ Primeiros incentivos na década de 70:
  - ✓ Produção racionalizada
    - ✓ Incentivo: Poços sob influência de EOR não seriam submetidos ao racionamento.
    - ✓ Grande projeto de injeção de CO<sub>2</sub> para os operadores na Unidade SACROC (Scurry Area Canion Reef Operators Committee)
  
- ✓ Preço do óleo controlado (Final da década de 70)
  - ✓ Incentivo: “Óleo novo” oriundo de EOR vendido a preços maiores, em detrimento ao “óleo velho”

# Panorama EOR no mundo

- ✓ **EUA:** Segundo relatório da IEA GHG \*(2009): Os incentivos financeiros governamentais foram fundamentais para a construção da infraestrutura e promoção do desenvolvimento de projetos em escala comerciais da injeção de CO<sub>2</sub>.
  - ✓ **Grandes quantidades de fontes naturais de CO<sub>2</sub>**



Location of Current CO<sub>2</sub> EOR Projects and Pipeline Infrastructure

\*IEA (International Energy Agency) GHG (Greenhouse Gas )

# Panorama EOR no mundo



- ✓ EUA: Em 2011, o C2ES (Center for Climate and Energy Solutions) e GPI (Great Plains Institute) formaram juntos o NEORI( National Enhanced Oil Recovery Institute)
  - ✓ Trabalhado para aumentar o uso do CO2 em EOR, considerando elemento chave para a segurança energética, econômica e ambiental dos EUA
    - ✓ Tem atuado na elaboração de propostas de políticas públicas para redução do preço do CO2, através de incentivos fiscais maiores.

# Panorama EOR no mundo



- ✓ **CHINA:** Incentivos através de programas governamentais de redução de taxas:
  - ✓ Produção de óleo pesado: 40%
  - ✓ Operações com EOR: 30%
  - ✓ Campos de gás com pouco óleo: 20%
  - ✓ Operações de óleo e gás em águas profundas: 30%
  
- ✓ Maior projeto de EOR químico foi implantado na Daqing, mesmo em períodos com baixos preços do óleo.
  
- ✓ Campos ofertados para a realização de EOR em rodadas de licitação com contratos de 15 anos.
  - ✓ Termos de partilha das receitas aplicados apenas à produção incremental

# Panorama EOR no mundo



- ✓ **CANADA:** Incentivos governamentais variam de acordo com o estado:
  - ✓ **Saskatchewan:** Redução de royalties e taxas sobre produção e destinação de créditos de royalties referentes a 30% das despesas com pesquisa para projetos de injeção de CO2
  - ✓ **Alberta:** Redução de royalties para projetos selecionados
  
- ✓ **NORUEGA E REINO UNIDO:** Incentivos fiscais para investimentos em campos maduros, sendo possível deduzir os custos antes das taxas sobre as receitas.
  - ✓ Desde 2013, a Noruega conta com o National IOR Center, Universidade de Stavanger
    - ✓ Conta com a colaboração de Universidades nacionais e internacionais, além de 12 companhias petrolíferas e prestadoras de serviço.

# Desafios para implementação de Projetos de EOR na Petrobras



- ✓ Custos dos produtos
- ✓ Preço do óleo
- ✓ Incentivos fiscais
- ✓ Demandam maiores investimentos;
  - ✓ Necessário alguns anos entre os primeiros testes em LAB até a implantação em escala
    - ✓ Mesmo após a implantação, pode levar alguns anos até que sejam obtidos resultados significativos na produção de óleo
- ✓ Maioria das concessões com prazos expirando em 2025 impactando na aprovação de projetos e na reserva SEC;
- ✓ Legislação ambiental rígida
- ✓ Abandono de contrato de empresas prestadoras de serviço;
  - ✓ Performance de Realização das Prestadoras de Serviço aquém do Previsto.

# LEVANTAMENTO DE POSSIBILIDADES DE EOR NA PETROBRAS (ONSHORE)



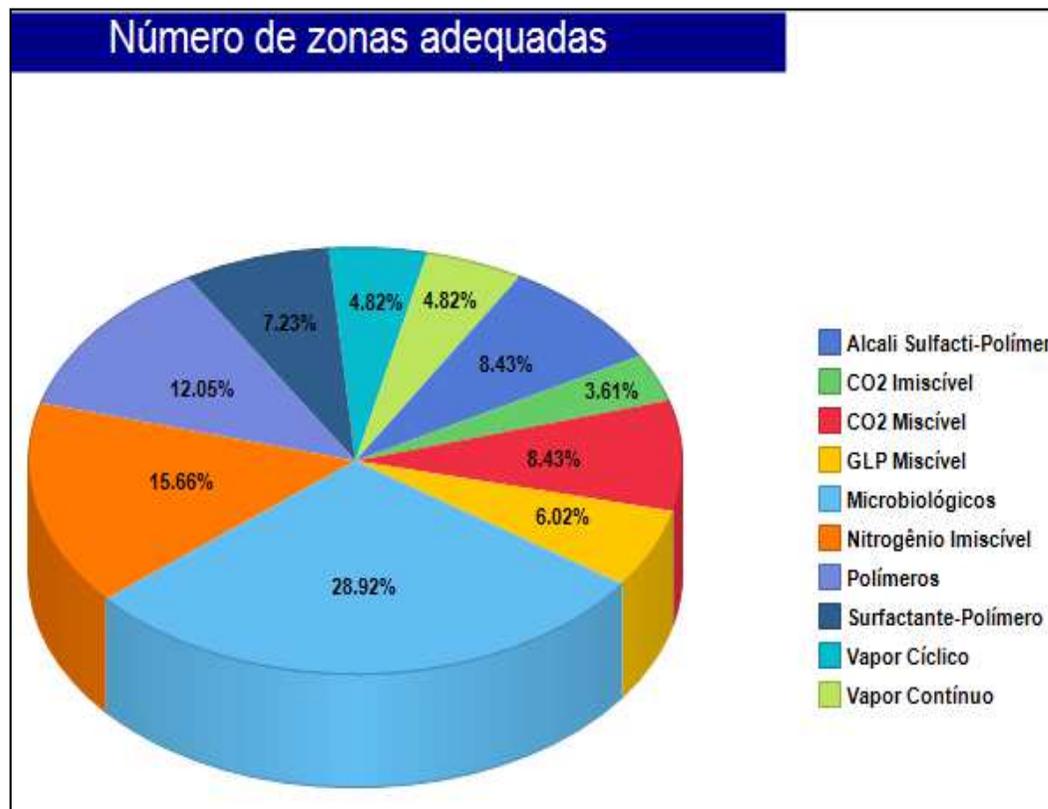
Método	Número de reservatórios	VOIP (Milhão m3)
CO2 Imiscível	7	116,16
CO2 Miscível	14	249,73
Alcali Sulfacti-Polímero	3	130,64
Nitrogênio Imiscível	19	347,13
Polímeros	12	294,78
Nitrogênio Miscível	9	170,28
Surfactante-Polímero	4	178,56
Vapor Contínuo	9	229,15
Gás Natural Enriquecido	15	274,58
GLP Miscível	17	375,82
Microbiológicos	17	411,32



# LEVANTAMENTO DE POSSIBILIDADES DE EOR NA PETROBRAS (ONSHORE)



Método	Número de reservatórios	VOIP (Milhão m3)
Alcali Sulfacti-Polímero	7	127,21
CO2 Imiscível	3	27,08
CO2 Miscível	7	101,9
GLP Miscível	5	57,81
Microbiológicos	24	376
Nitrogênio Imiscível	13	147,41
Polímeros	10	152,15
Surfactante-Polímero	6	118,4
Vapor Cíclico	4	151,01
Vapor Contínuo	4	151,01



# Como promover o aumento de FR% em campos maduros terrestres?



- ✓ Projetos de EOR
- ✓ **Ampliação, Implantação e otimização de projetos de injeção de água**
- ✓ Projetos de IOR, Adensamento de malha, perfuração com sondas *slim*, etc)
- ✓ Investimento em novas metodologias visando otimizar a produção
  - ✓ Parceria com CENPES
    - ✓ P&D -Parcerias com Universidades
      - ✓ PRHs (Grande importância para o desenvolvimento das pesquisas)
- ✓ Flexibilização
  - ✓ Demandas externas e internas visando a dinâmica de produção em ambientes terrestres.

# Como promover o aumento de FR% em campos maduros terrestres?



- ✓ **Ampliação, Implantação e otimização de projetos de injeção de água**
  - ✓ *Avanço dos projetos infill*
  - ✓ *Prover seletividade na injeção*
  - ✓ *Implantação de projetos de injeção em áreas profundas (>1500m) , reservatórios fechados e bastante heterogêneos.*
    - ✓ *Campo de Araças*
      - ✓ *Bloco 4 (Injeção a 3000m)*

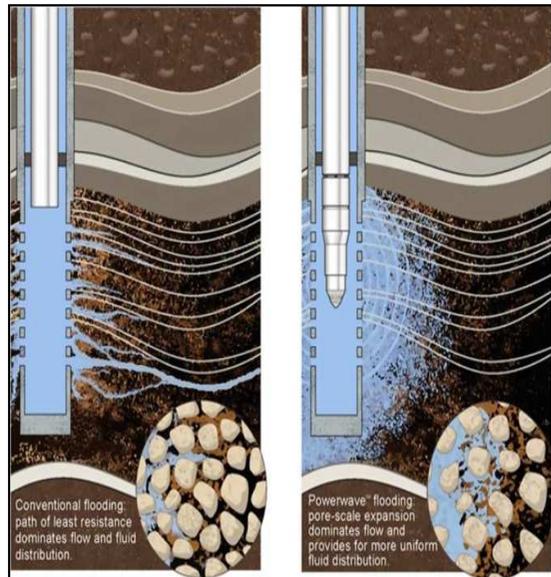
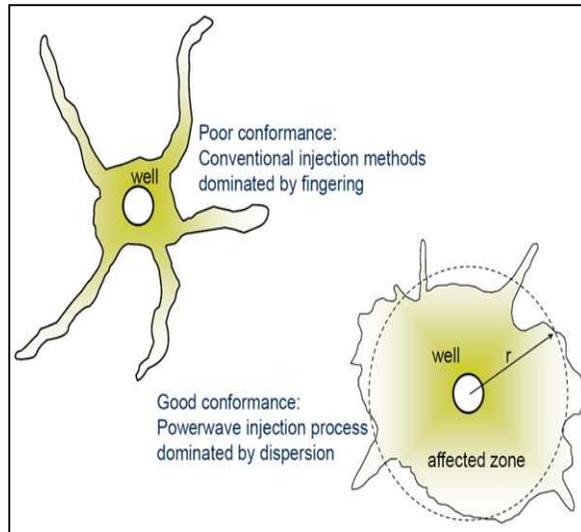
# Como promover o aumento de FR% em campos maduros terrestres?



- ✓ Projetos de EOR
- ✓ Ampliação, Implantação e otimização de projetos de injeção de água
- ✓ **Projetos de IOR, Adensamento de malha, perfuração com sondas *slim*, etc**
- ✓ Investimento em novas metodologias visando otimizar a produção
  - ✓ Parceria com CENPES
    - ✓ P&D -Parcerias com Universidades
      - ✓ PRHs (Grande importância para o desenvolvimento das pesquisas)

# PROJETO DE INJEÇÃO PULSANTE DE ÁGUA

## PROJETO POWERWAVE - (UO-RNCE)



O **POWERWAVE** - projeto de injeção pulsante de água no campo de Fazenda Malaquias, foi iniciado em 19/06/2015. Consiste na geração de ciclos de abertura e fechamento da passagem da água injetada gerando ondas de pressão que se propagam pela água e pela rocha reservatório. Seus possíveis efeitos são monitorados nas curvas de produção de óleo e água.

Para aplicar o método no campo de Fazenda Malaquias foi contratada pelo CENPES e sob a supervisão desta a empresa *Wavefront*.

Na injeção pulsada, os pulsos provocam a expansão dos poros, proporcionando uma melhor distribuição dos fluidos injetados e diminuindo os possíveis *fingers* de uma injeção tradicional.

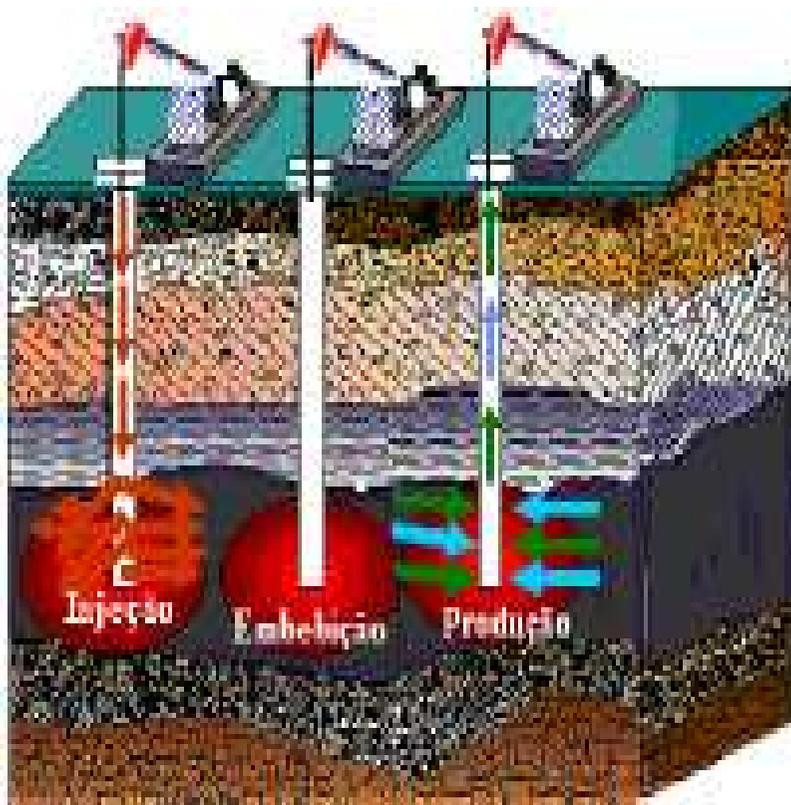
**UO-RNCE**

**PROJETO DE VAPOR  
SUPERAQUECIDO**

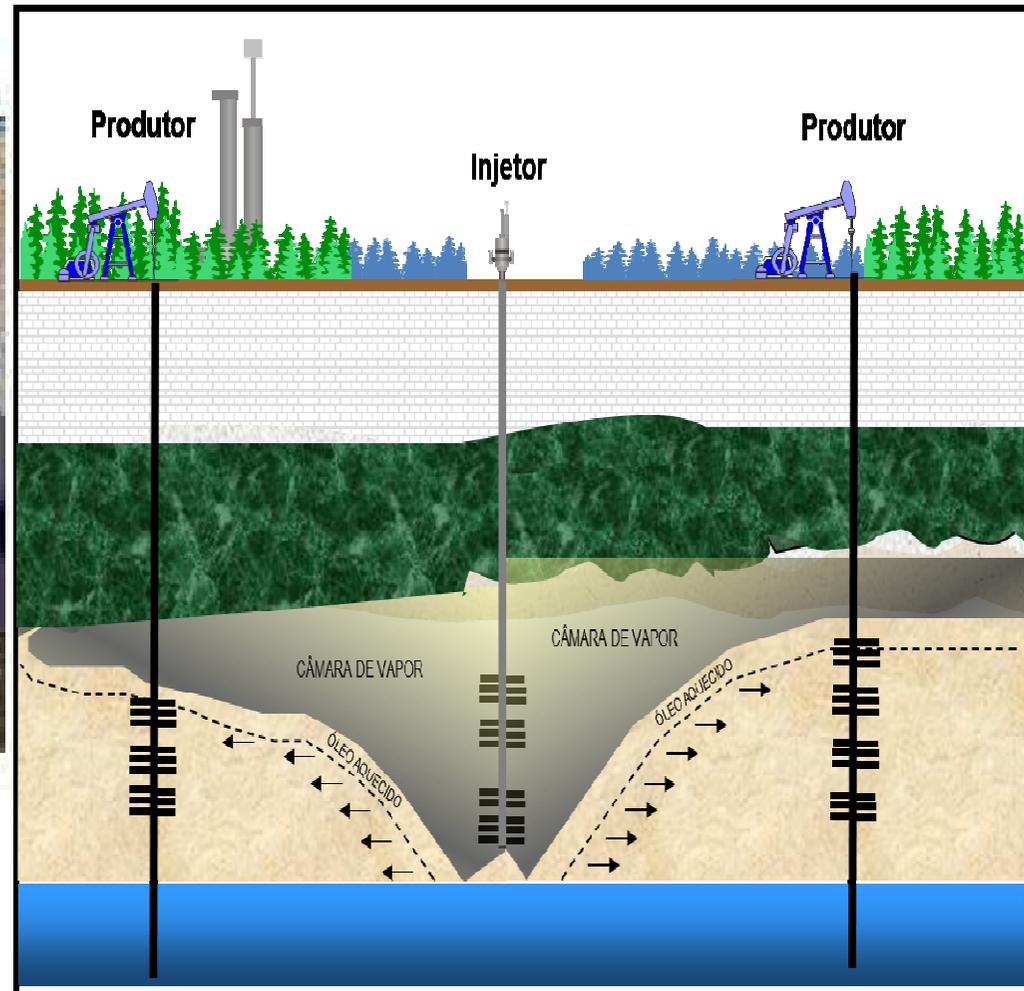
# ET/ARG - Injeção de Vapor



## Injeção cíclica de vapor

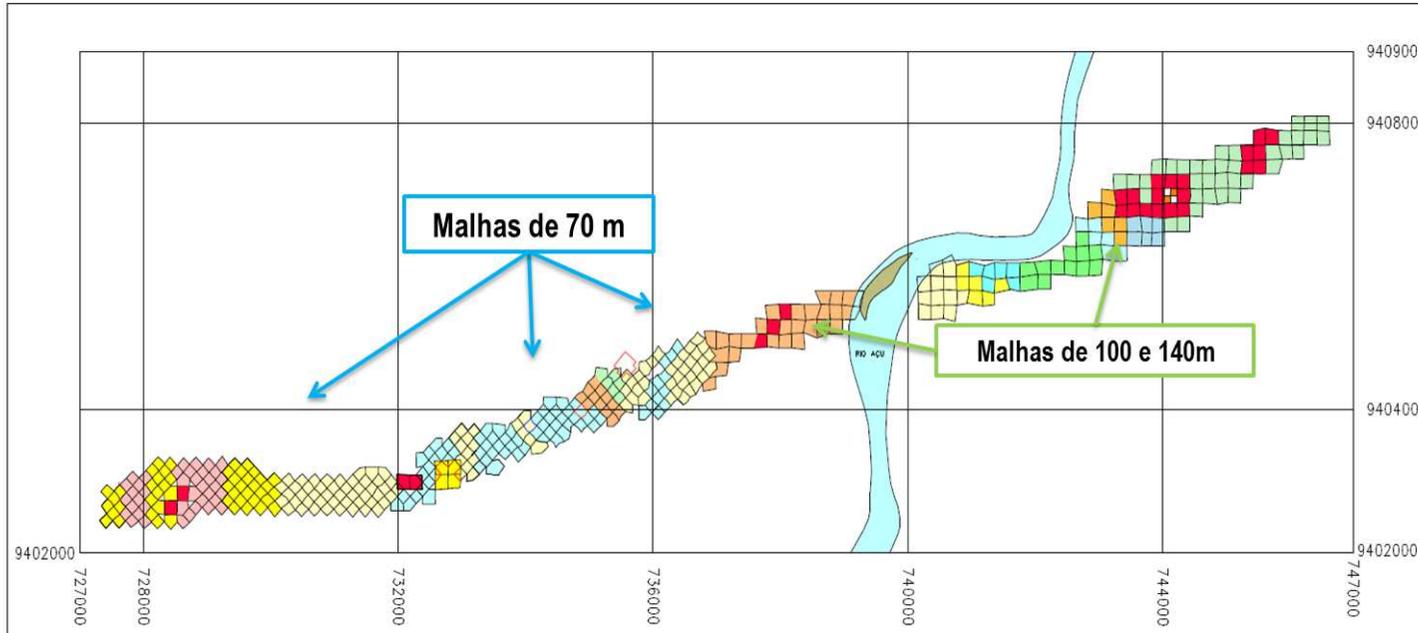


## Injeção contínua de vapor





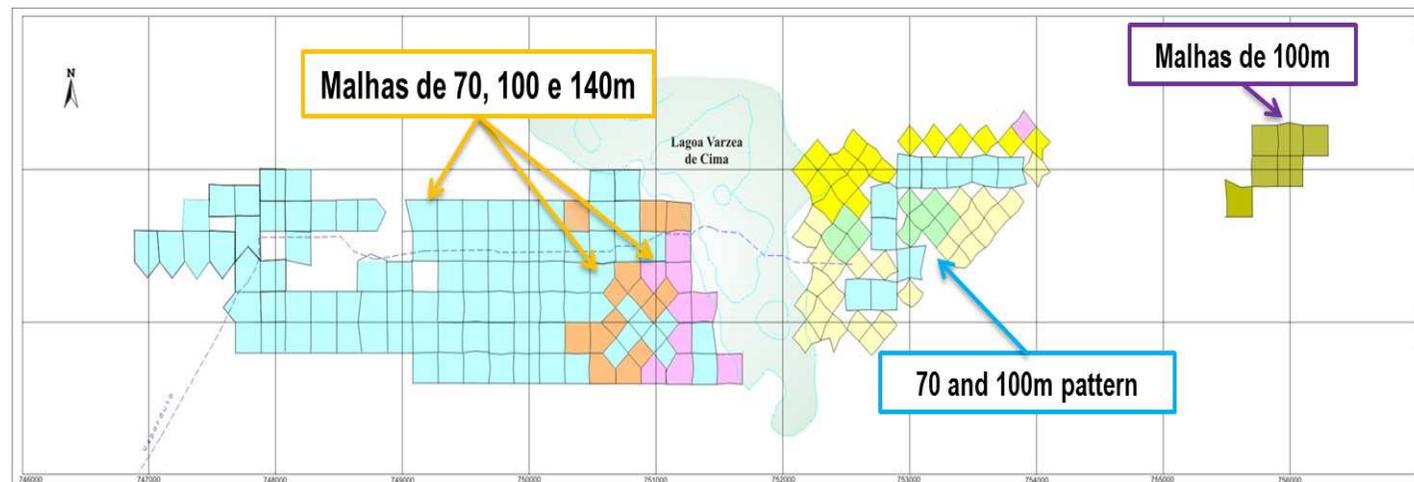
# ET/ARG - Distribuição de Malhas



Campanha de perfuração entre 2000 e 2011 de 702 poços.

Adensamento para 70m com a perfuração de mais 172 poços entre 2017 e 2018.

Campo de ARG



- A implantação do projeto de ampliação da injeção contínua de vapor nos campos de Estreito e Alto do Rodrigues, utilizando vapor superaquecido, teve como objetivo ratificar o método para campos de óleo pesado promovendo ganho de óleo e aumento no fator de recuperação;
- Os resultados até o momento deste projeto já comprovam a eficiência do método para os campos de óleo pesado que apresentam maturidade na injeção cíclica de vapor;
- A injeção de vapor superaquecido, com a entrada em operação da Termoçaçu (UTE-JSP), significou a superação de um grande desafio pela Petrobras, não somente operacional, aquecimento e transiente térmico do duto durante a partida e operação normal, como também de reservatório pela necessidade de um eficiente gerenciamento de calor no reservatório.

- Para o gerenciamento de calor no reservatório é necessário um bom monitoramento do calor no meio poroso a partir das variáveis operacionais obtidas nos poços, na superfície, para garantir a otimização da recuperação de óleo;
- Os resultados obtidos ainda no início do projeto no campo de Estreito proporcionaram uma análise comparativa de desempenho entre as malhas de 141 e 70 m, o que foi importante para uma definição quanto à malha mais viável economicamente para o projeto.
  - Com a malha de 70 metros, comparando com a malha de 141 metros, obtém-se uma antecipação da produção, um melhor fator de recuperação e uma melhor razão óleo incremental/vapor injetado no processo de produção com a injeção contínua de vapor.

# Como promover o aumento de FR% em campos maduros terrestres?



- ✓ Projetos de EOR
- ✓ Ampliação, Implantação e otimização de projetos de injeção de água
- ✓ Projetos de IOR, **Adensamento de malha, perfuração com sondas *slim*, etc)**
- ✓ Investimento em novas metodologias visando otimizar a produção
  - ✓ Parceria com CENPES
    - ✓ P&D -Parcerias com Universidades
      - ✓ PRHs (Grande importância para o desenvolvimento das pesquisas)
- ✓ Flexibilização
  - ✓ Demandas externas e internas visando a dinâmica de produção em ambientes terrestres.

## Adensamento de malha

- ✓ Desafio: Redução do custo unitário de perfuração de poços.

# Como promover o aumento de FR% em campos maduros terrestres?



- ✓ Perfuração com sondas *slim*
  - ✓ Limitada a profundidades menores que 1500m
  - ✓ Oportunidade: Redução de custos
  
- ✓ Intervenções com sondas híbridas
  - ✓ Poços com alta inclinação e verticais

# Como promover o aumento de FR% em campos maduros terrestres?



- ✓ Projetos de EOR
- ✓ Ampliação, Implantação e otimização de projetos de injeção de água
- ✓ Projetos de IOR, Adensamento de malha, perfuração com sondas *slim*, etc)
- ✓ Investimento em novas metodologias visando otimizar a produção
  - ✓ Parceria com CENPES
    - ✓ P&D -Parcerias com Universidades
      - ✓ PRHs (Grande importância para o desenvolvimento das pesquisas)
- ✓ Flexibilização
  - ✓ Demandas externas e internas visando a dinâmica de produção em ambientes terrestres.

# Considerações finais

- ✓ ***Aplicação de métodos IOR (Injeção pulsante, Meor e outros) e EOR***
  - ✓ ***Desafio: Custos***
  - ✓ ***Oportunidade: Aplicação em escala e incentivos governamentais***
  
- ✓ ***Ampliação, implantação e otimização da injeção de água***
  - ✓ ***Desafio: Crescimento do custo unitário de perfuração***
  - ✓ ***Oportunidade: Adensamento em escala, sondas slim***

## Considerações finais

- ✓ *Parceria com CENPES e Universidades (P&D) visando aplicar metodologias e estudos atualizados no gerenciamento dos reservatórios buscando otimizar a produção de óleo e gás.*
  - ✓ *Intensificar estudos em IOR, EOR*
  
- ✓ *Simplificação de regulamentação e demandas internas e externas*
  - ✓ *Pontuando ambientes terrestres e marítimos, permitindo que o corpo técnico foque no coração do processo:*
    - ✓ *Aumento da produção de óleo.*

# CAMPOS DE GÁS NATURAL

Como Monetizar reservas  
remotas de gás natural

# Sardinha





Península de Maraú

Campo de Sardinha



# Desafios



- ✓ **Campo de Sardinha ( 100 Km da GASCAC)**
  - ✓ Volume Original de Gás: 3457 Milhões m<sup>3</sup>
  - ✓ Sem outros campos próximos para compartilhar o escoamento
  - ✓ Necessário construção de gasoduto e demais facilidades
  - ✓ Área ambientalmente sensível
  - ✓ Produção por poços de longo alcance em baixa profundidade (incertezas geológicas)
  
- ✓ **Descontinuada em função dos investimentos e custos envolvidos.**
  - ✓ **Riscos: técnico, ambiental.**

# Desafios



- ✓ **Campo de Juruá (Bacia do Solimões)**
  - ✓ Dista mais de 650Km de Manaus e a 70km das instalações de Urucu.
- ✓ **Campo de Azulão (Bacia do Amazonas)**
  - ✓ 290Km a leste de Manaus (isolado).
- ✓ **Diversos cenários analisados:**
  - ✓ Implantação de planta de GTL (Gas to Liquid);
  - ✓ Avaliação de diferentes rotas de escoamento;
  - ✓ Associação a parceiros;
  - ✓ Geração de Energia;
  - ✓ GNL (Gás Natural Liquefeito);
  - ✓ Gas to Ethanol;
  - ✓ Produção de Metanol ;
  - ✓ GTL Parafinas .
- ✓ **Baixa atratividade na análise com outros projetos.**

- ✓ **“Sempre se descobre petróleo em bacias novas com ideias novas; pode-se descobrir petróleo em bacias velhas com ideias novas; mas, jamais se descobrirá petróleo em bacias velhas com ideias velhas”**

*Geólogo americano*

# Agradecimentos



- ✓ *ANP pela oportunidade concedida a Petrobras no evento.*
- ✓ *A Petrobras pela participação.*
- ✓ *Ao grupo de consultores do TAR*
- ✓ *Aos presentes pela troca de experiências.*

Ana Paula Costa  
Gerente Setorial UO-BA/ATP-  
N/RES  
Email:  
[paulacosta@petrobras.com.br](mailto:paulacosta@petrobras.com.br)