

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.

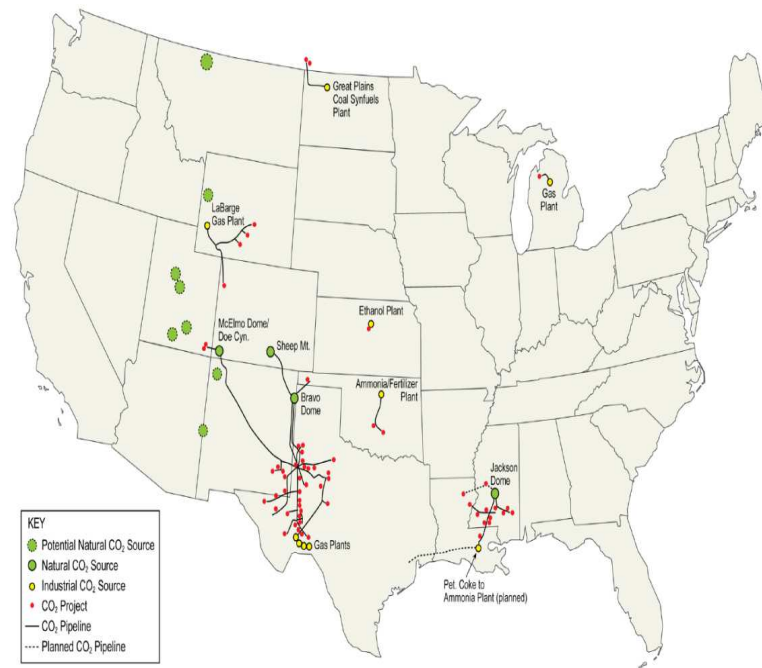
✓ Grande projeto de injeção de CO₂ para os operadores na Unidade SACROC (Scurry Area Canion Reef Operators Committee)

✓ 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 CO₂.
 - ✓ **Grandes quantidades de fontes naturais de CO₂**



Location of Current CO₂ 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

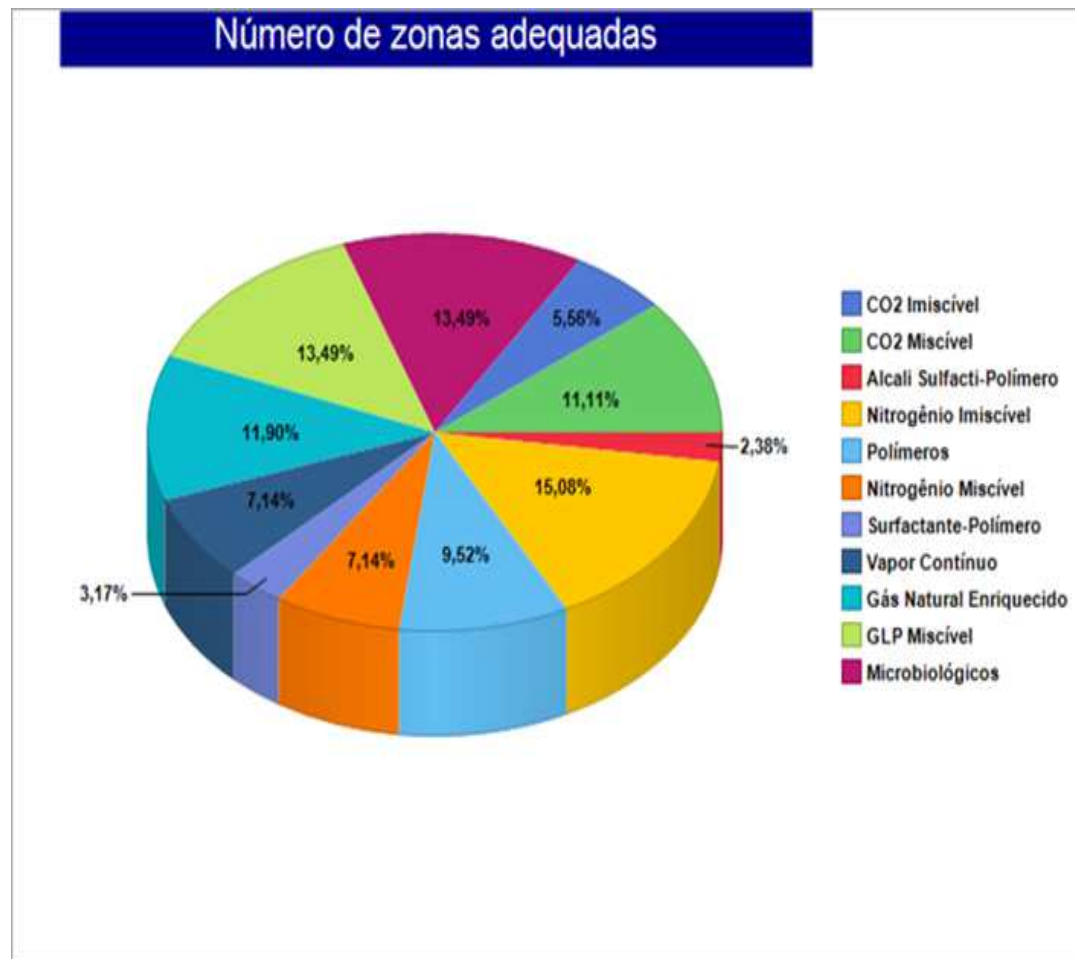


- ✓ **Custos dos produtos**
- ✓ **Preço do óleo**
- ✓ **Incentivos fiscais**
- ✓ **Demandam maiores investimentos;**
 - ✓ **Necessário alguns anos entre os primeiros testes em LAB até a implantação em escala**
 - ✓ **Mesmo após a implantação, pode levar alguns anos até que sejam obtidos resultados significativos 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)



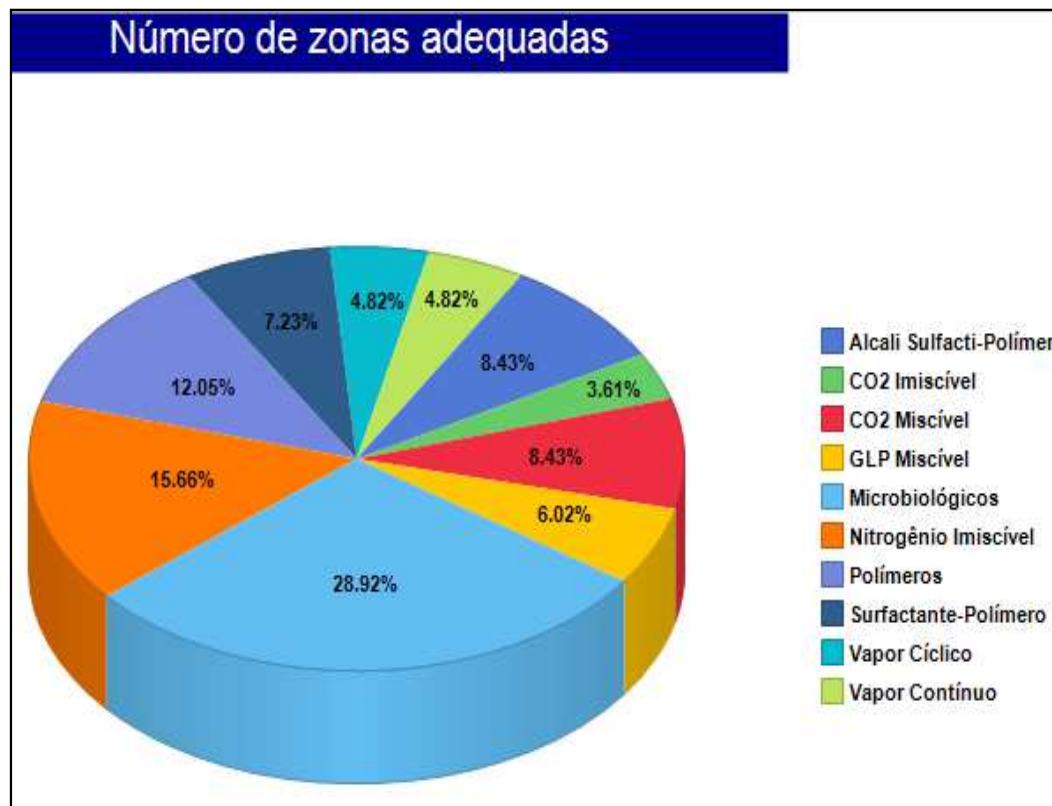
| Método | Número de reservatórios | VOIP (Milhão m3) |
|--------------------------|-------------------------|------------------|
| CO2 Imiscível | 7 | 116,16 |
| CO2 Miscível | 14 | 249,73 |
| Alcali Sulfacti-Polímero | 3 | 130,64 |
| Nitrogênio Imiscível | 19 | 347,13 |
| Polímeros | 12 | 294,78 |
| 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)*

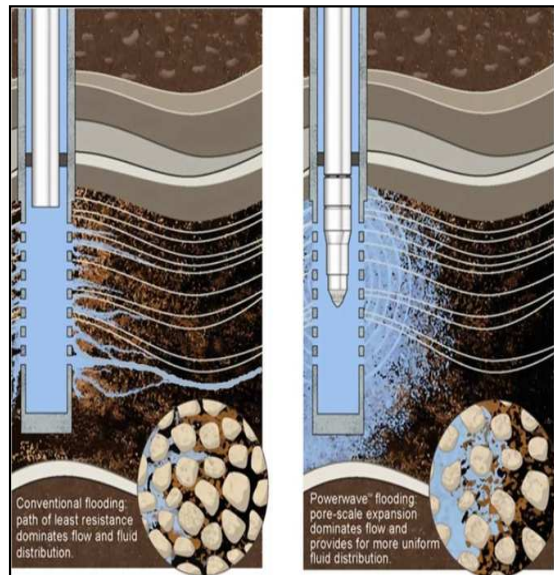
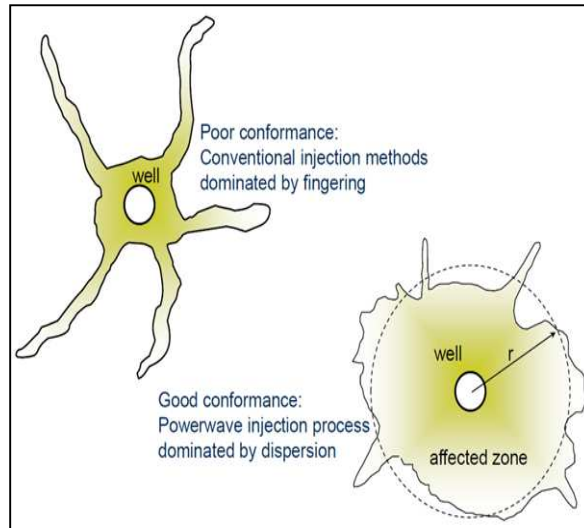
Como promover o aumento de FR% em campos maduros terrestres?



- ✓ 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.

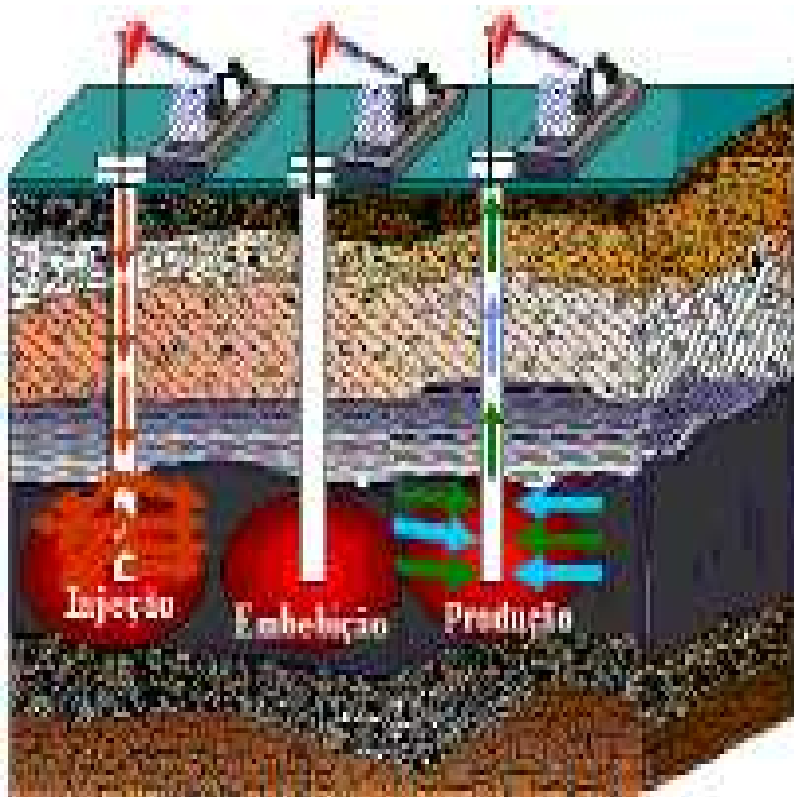
UO-RNCE

**PROJETO DE VAPOR
SUPERAQUECIDO**

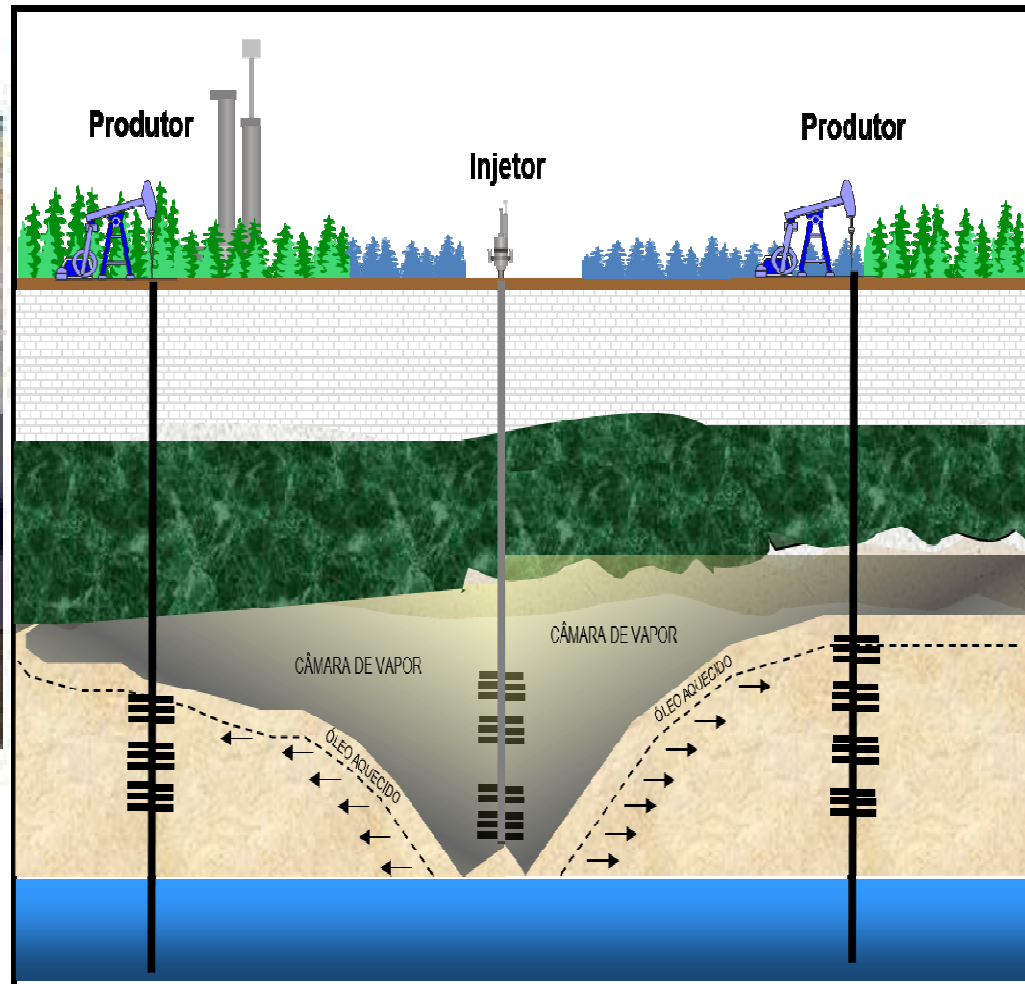
ET/ARG - Injeção de Vapor



Injeção cíclica de vapor



Injeção contínua de vapor



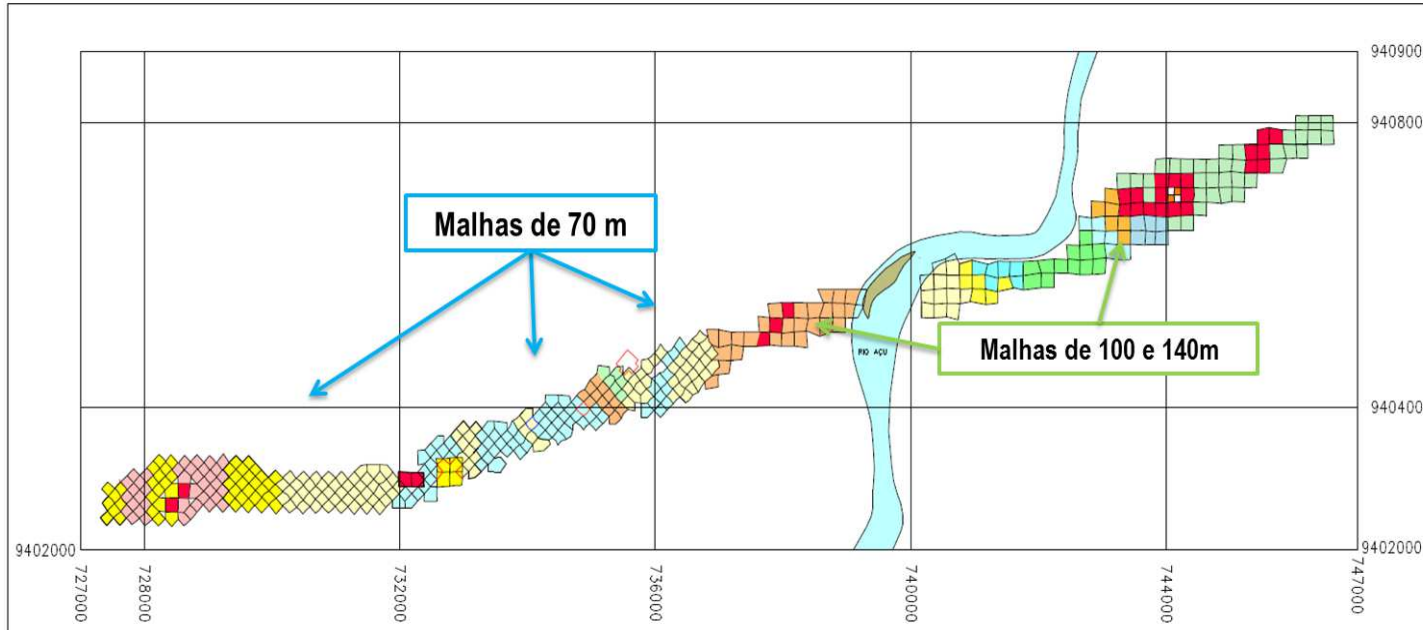
ET/ARG - VAPORDUTO



Tronco ARG/ET Leste

Tronco ET Oeste

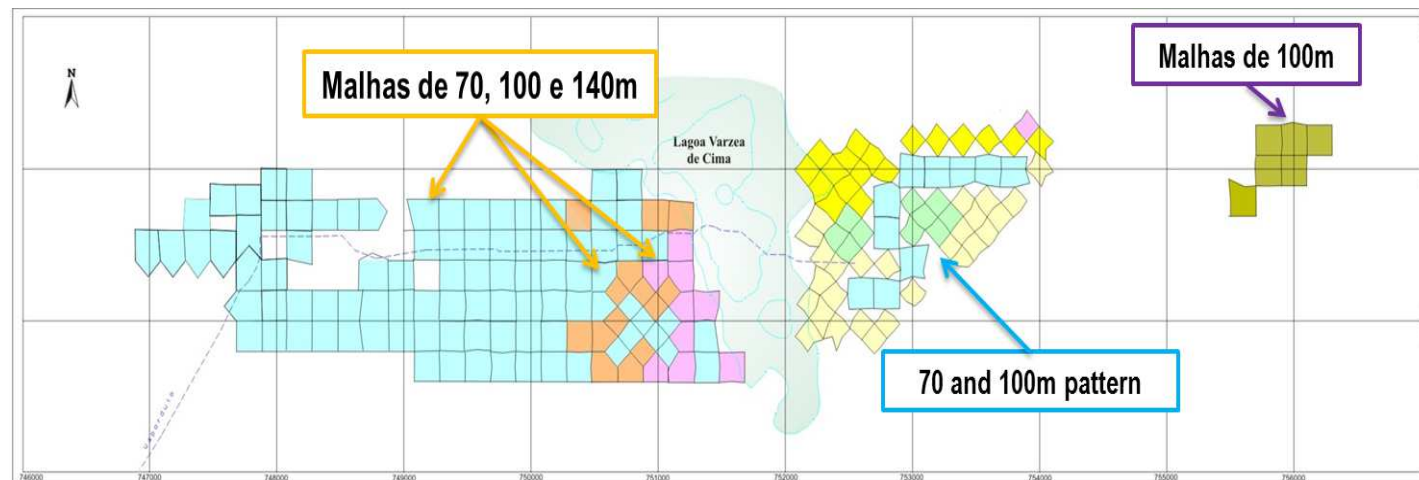
ET/ARG - Distribuição de Malhas



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 m³
 - ✓ 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