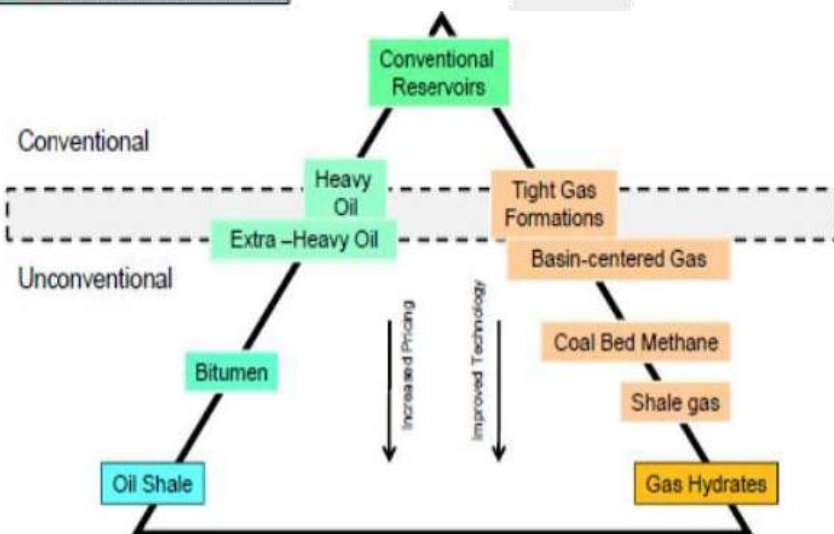
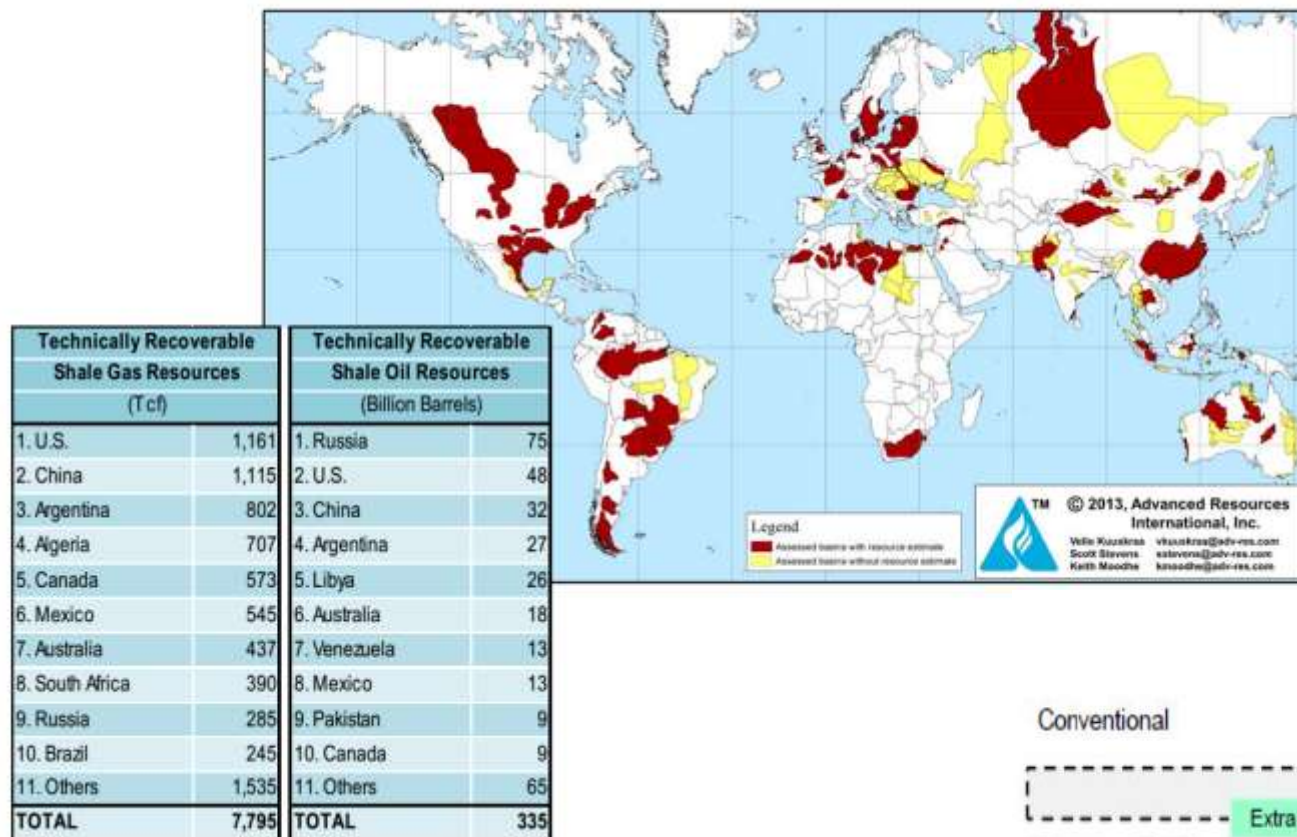


Recursos Não Convencionais de Petróleo e Gás Natural

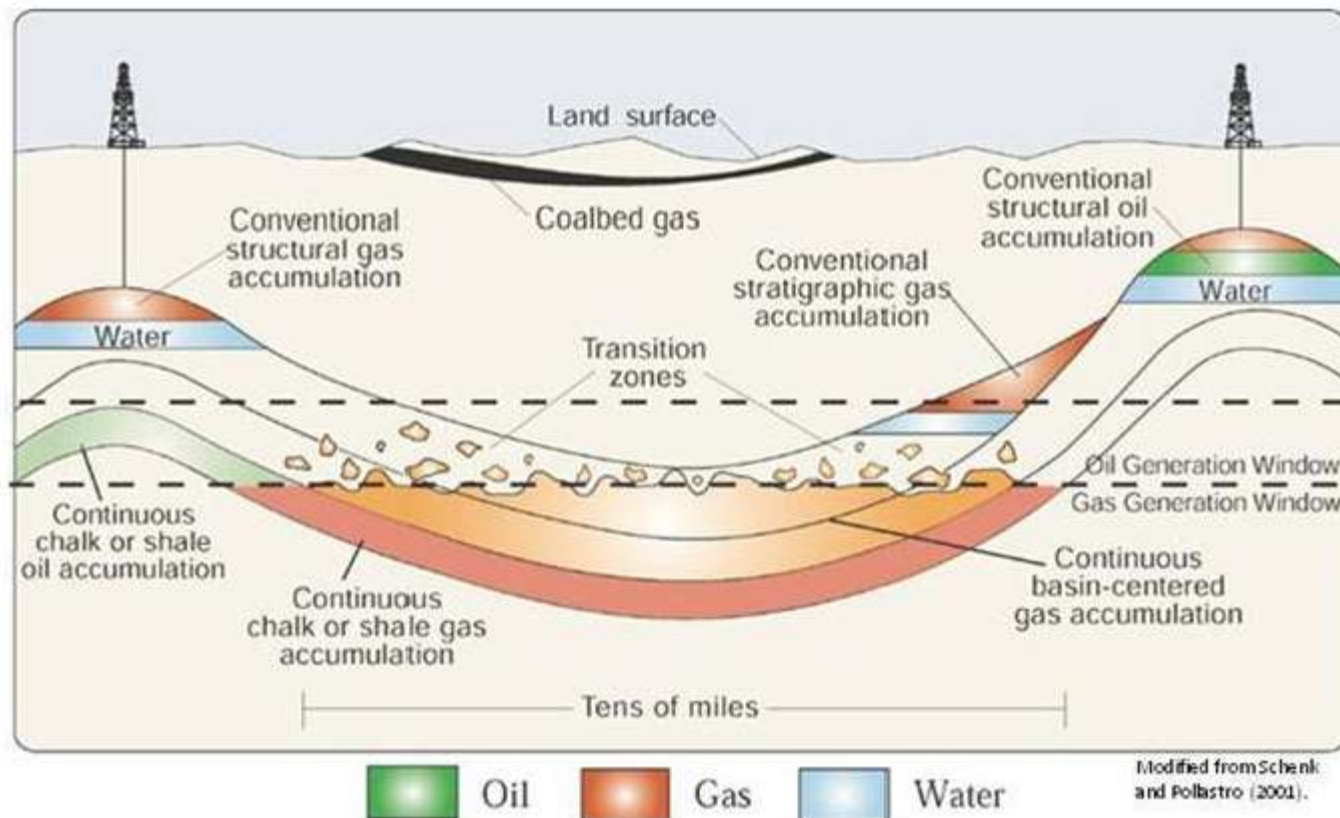


Brasília, 24 de setembro de 2014

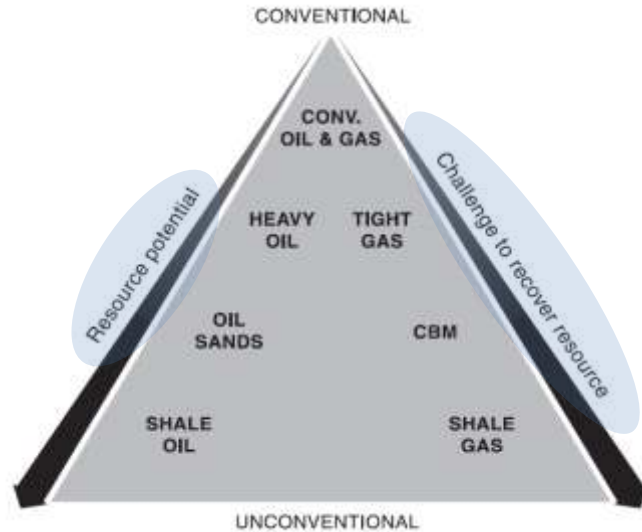


Características de Acumulações Não-Convencionais

- Acumulações não-convencionais ocorrem em reservatórios que se estendem por ampla distribuição geográfica, podendo se estender por áreas de dezenas a centenas de quilômetros quadrados, com limites não claramente identificáveis;



Características dos reservatórios não convencionais



“Rochas que não apresentam características petrofísicas capazes de garantir que o hidrocarboneto acumulado possa ser extraído por processos simples de recuperação, necessitando assim de técnicas avançadas de estimulação para viabilizar sua produção”.

$$\downarrow \phi + \downarrow k = \uparrow E_m$$

Unconventional resources:
permeability
< 1 millidarcy



Como viabilizar sua produção?

Muitos poços produtores, todos empregando técnicas de fraturamento hidráulico



Objetivos:

- ▶ criar permeabilidade adicional na formação – formação de fraturas
 - ▶ permitir o aumento das vazões de hidrocarbonetos para dentro do poço
 - ▶ superar barreiras naturais ou artificiais existentes ao fluxo de fluidos (óleo e gás)
-
- ▶ Envolve insumos: água + areia + aditivos = fluido de fraturamento
 - ▶ Envolve mobilização de máquinas e equipamentos: *pump trucks*, diques de fluidos, tanques, caminhões
 - ▶ Envolve emprego de ferramentas sofisticadas de geofísica: modelagem computacional do processo e uso de microssísmica para mapeamento de fraturas
 - ▶ Técnica dominada desde os anos 1950, amplamente utilizada na indústria de óleo e gás, tendo sido empregada em mais de 1.000.000 de poços

Implantação de projetos "Não Convencionais"



Desafios realmente existem...

- 
- An aerial photograph showing a drilling rig and associated infrastructure in a rural, hilly landscape. The rig is located in a cleared area surrounded by dense green forest. In the background, there are rolling green hills, a winding river, and scattered farmhouses under a blue sky with white clouds.
- **Trafego de caminhões**
 - **Capacidade de resposta à emergências**
 - **Supervisão regulatória adequada**
 - **Uso da terra**
 - **Uso e tratamento da Água**
 - **Contratação local**
 - **Engajamento e apoio comunitário**
 - **Transparência**

Aspectos Ambientais a serem avaliados na Exploração de Gás Não Convencional

- **Emissões e Qualidade do ar**
 - Dispersão atmosférica
 - Qualidade do ar
 - Presença de população e pontos sensíveis
- **Qualidade e disponibilidade da água superficial e subterrânea,**
 - Disponibilidade hídrica (superficial e subterrânea)
 - Risco de contaminação dos aquíferos
 - Processo de obtenção de outorga
- **Mapas de Uso atual do solo**
- **Biodiversidade**
- **Áreas protegidas e sensíveis**
 - Unidades de Conservação (UCs)
 - Terras Indígenas (TIs)
 - Territórios Quilombolas (TQs)
 - Reservas Legais (RLs)
- **Infraestrutura de disposição de resíduos**
- **Aspectos sociais**
 - População
 - IDH
 - Índice de Pobreza
 - Existência de patrimônio arqueológico
- **Licenciamento Ambiental**

Levantamento de dados

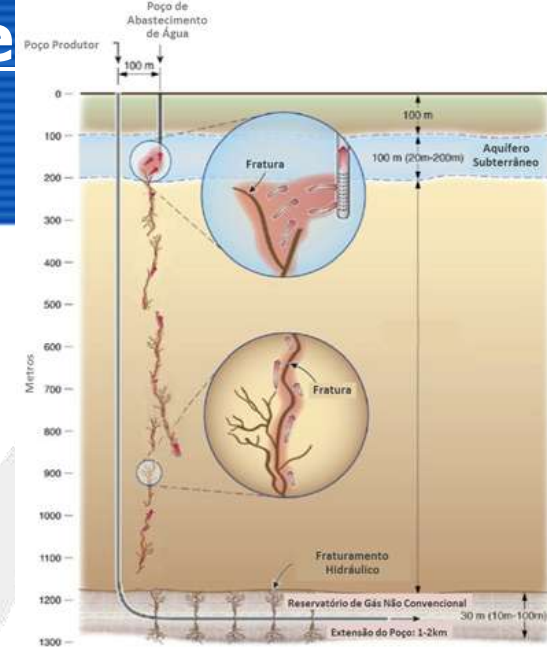
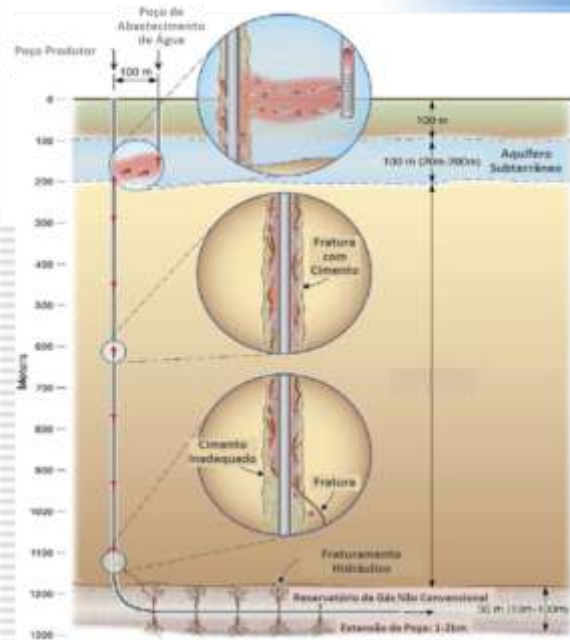
- Fontes públicas (ANA, MMA, INCRA, IBGE, IPHAN, FUNAI, IBAMA, entre outras)
- Fontes Corporativas (dados anteriormente levantados para outros projetos)

Definição de Estratégia



Interface da atividade com as águas subterrâneas

Principais riscos de contaminação de águas subterrâneas e ações de mitigação



Falhas de Cimentação do Poço

Procedimentos operacionais específicos preventivos, associados a avaliação de isolamento, garantem a integridade dos poços para a execução das operações de fraturamento hidráulico

Interconexão da Fratura Induzida com Falhas Naturais Pré-existente

O mapeamento geológico é realizado de forma a identificar as falhas naturais existentes.

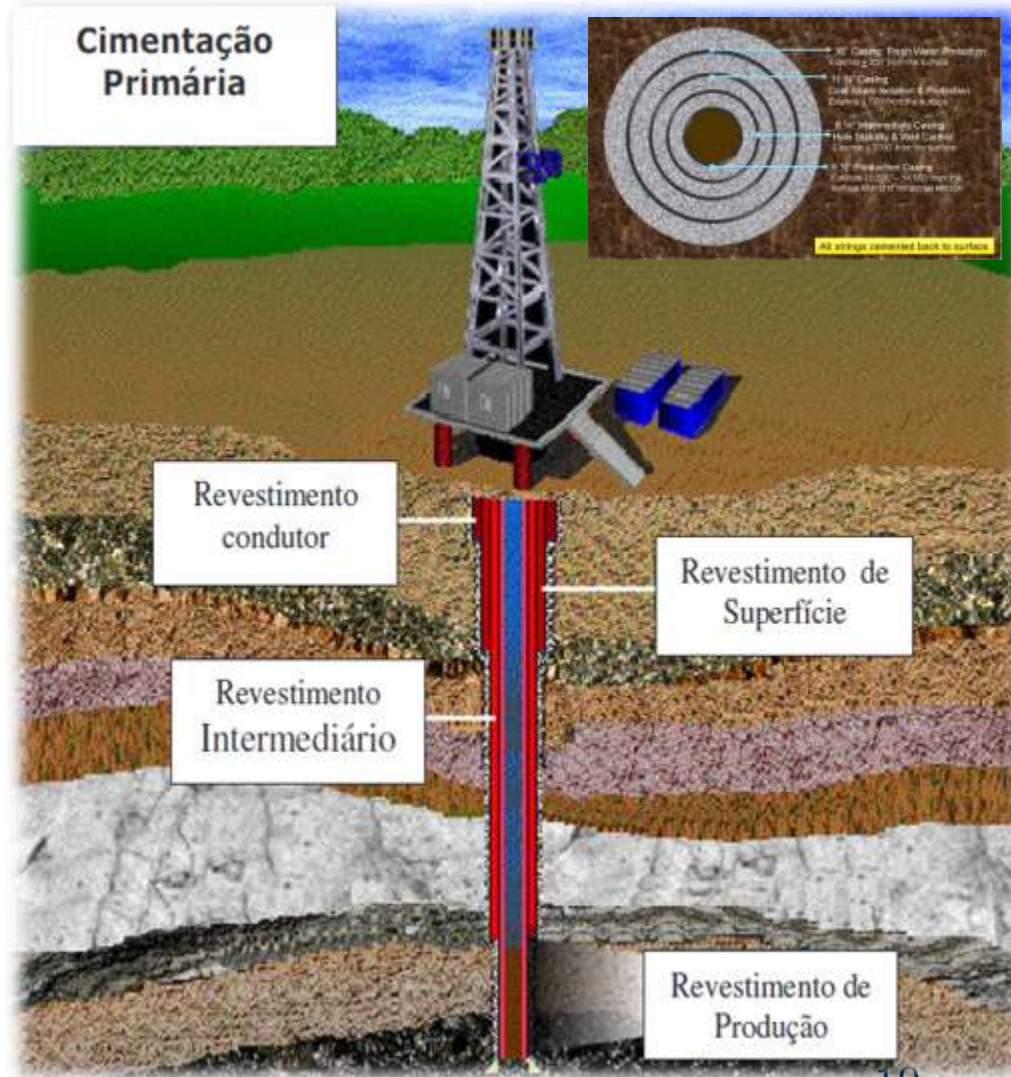
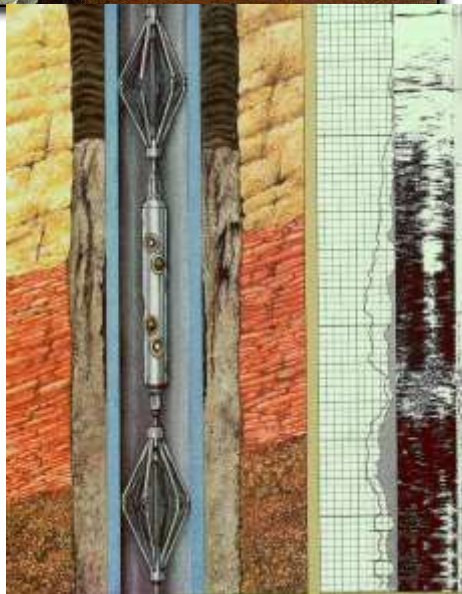
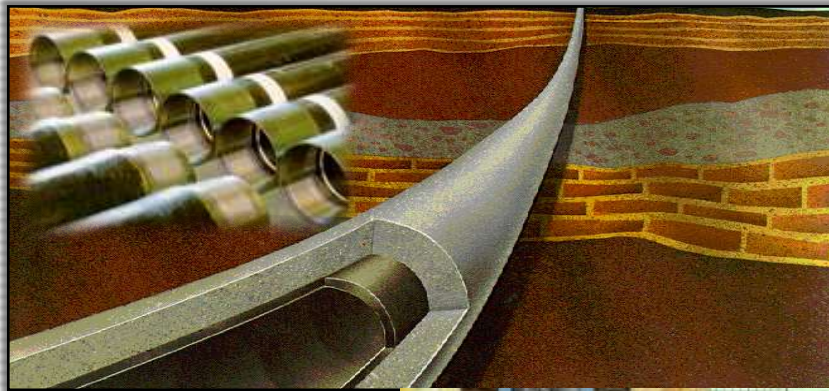
A distância entre os aquíferos de uso humano (até 1.000 m) e as formações alvo (predominantemente entre 2.500 e 5.500 m), minimizam o risco de contaminação de aquíferos durante as operações de fraturamento hidráulico dos reservatórios não convencionais

Recomendações para Mitigação

- Monitoramento da qualidade da água subterrânea
- Garantia da qualidade do revestimento e cimentação de poços
- Garantia da qualidade construtiva de diques, com prevenção, detecção e controle de vazamentos
- Controle e monitoramento do processo de fraturamento

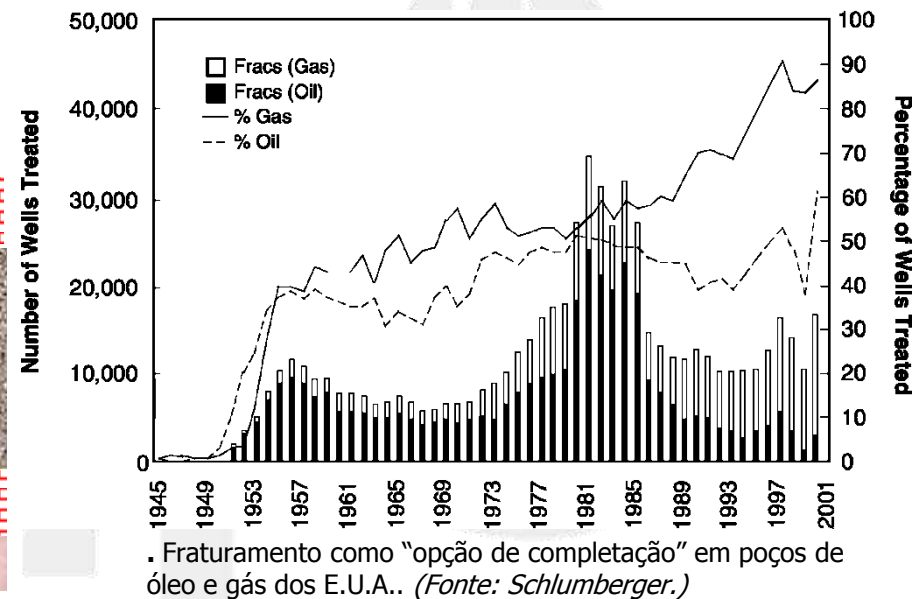
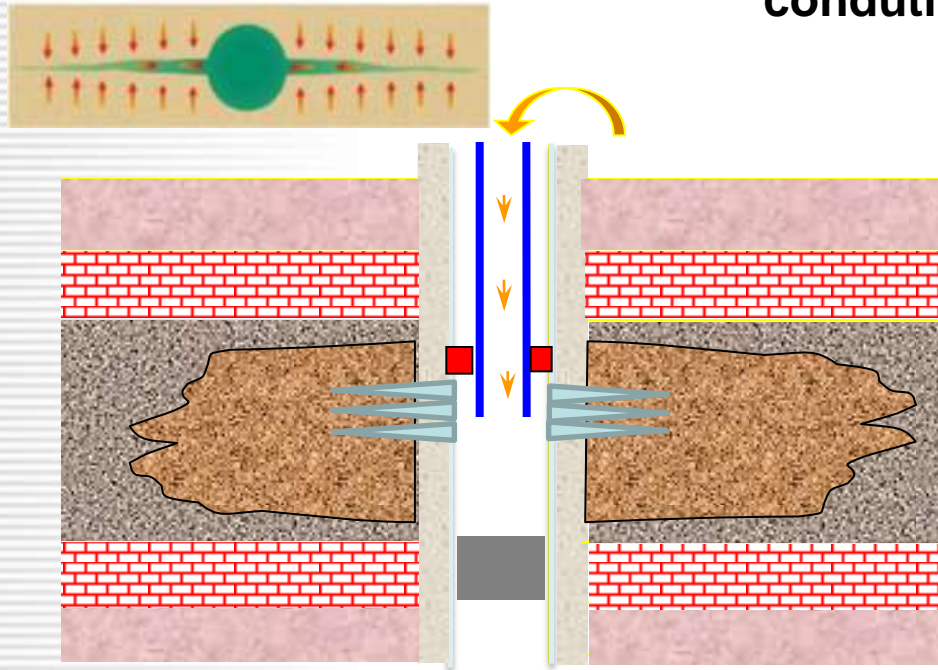
INTEGRIDADE DO POÇO

- Revestimento = tubo de aço
- Operação de cimentação
- Avaliação da cimentação



FRATURAMENTO HIDRÁULICO

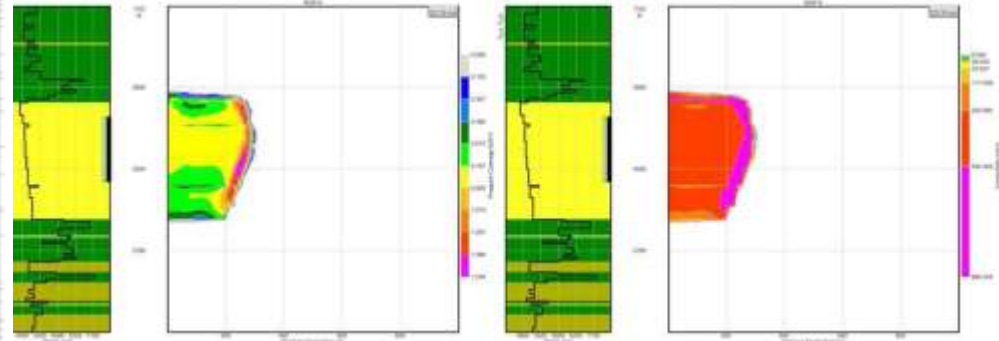
São operações destinadas a aumentar o índice de produtividade ou injetividade do poço por meio da criação de um canal de alta condutividade.



Aplicação de um diferencial de pressão que provoca a quebra da formação. Associado ao fluido, é injetado na formação um material granular a fim de manter a fratura aberta quando é cessado o bombeio.



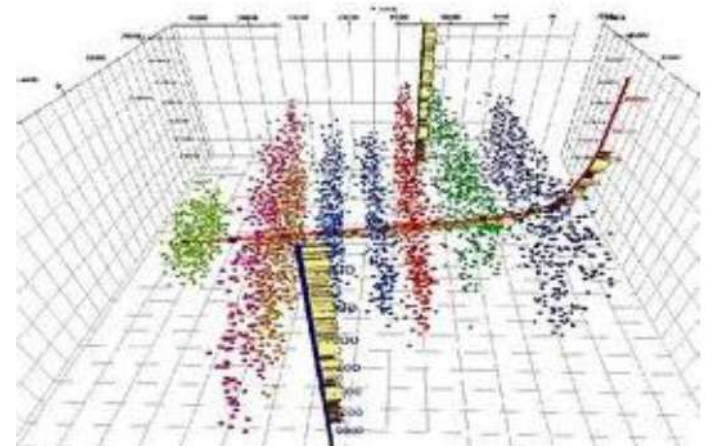
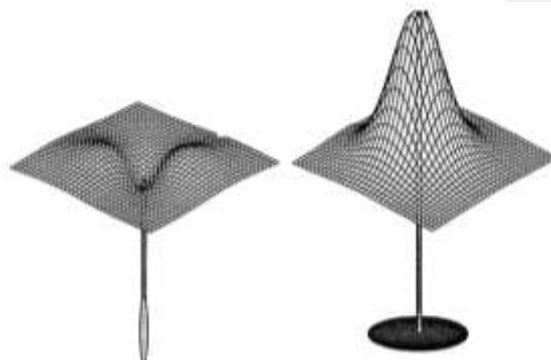
MODELOS PREDITIVOS



Modelagem Geomecânica
Análise de contraste de tensões
Uso de simuladores numéricos...

CONTROLE DA OPERAÇÃO

Microssísmica
Perfis
Tiltmeter...



A demanda de água é tão crítica?

- Uma grande operação de fraturamento em reservatório não convencional utiliza em média 8.000 m³ de água.
- Em média, apenas para regar um estádio de futebol, gasta-se 2.000 m³ por mês.



Recomendações para Mitigação

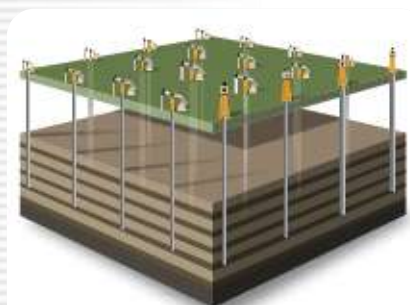


- Tratamento e reutilização da água
- Gerenciamento da captação de água
- Poço profundo para descarte em aquífero salino
- Uso de fontes alternativas de água (aquífero salino)



Garantia do uso do solo otimizado

- ▶ Modelo antigo: “paliteiro”
(1 poço/base)
(predomínio de poços verticais)



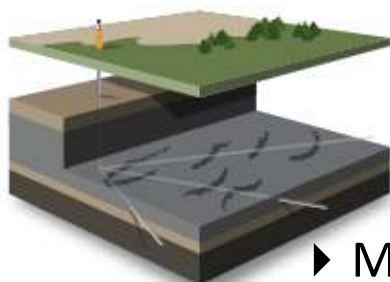
Durante perfuração e fraturamento



Durante a produção



- ▶ Modelo adotado:
“multi well pad”



- Otimização do espaçamento entre poços (instalação de bases multipoço)
- Incorporação de variáveis ambientais para a escolha das áreas, longe de áreas sensíveis
- Controle de diques
- Uso de aquedutos temporários para transporte de água durante fase de fraturamento
- Garantia da recuperação da área impactada durante e após a construção da base

Recomendações
para Mitigação

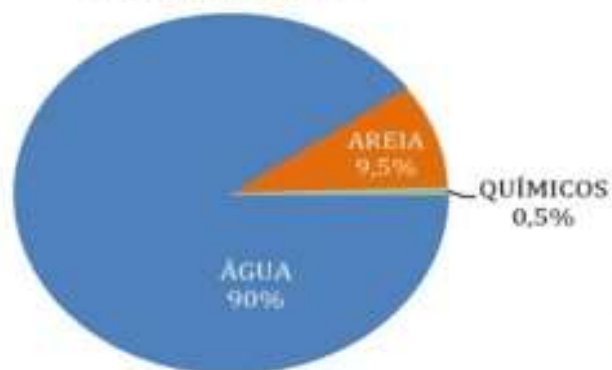
Garantia de condições de tráfego adequadas



Recomendações para Mitigação

- Escolha adequada da área, preferencialmente junto às estradas existentes
- Uso de alternativas ao transporte rodoviário
 - Otimização da logística do transporte
 - Manutenção de estradas utilizadas

Composição de um Fluido de Fraturamento Típico



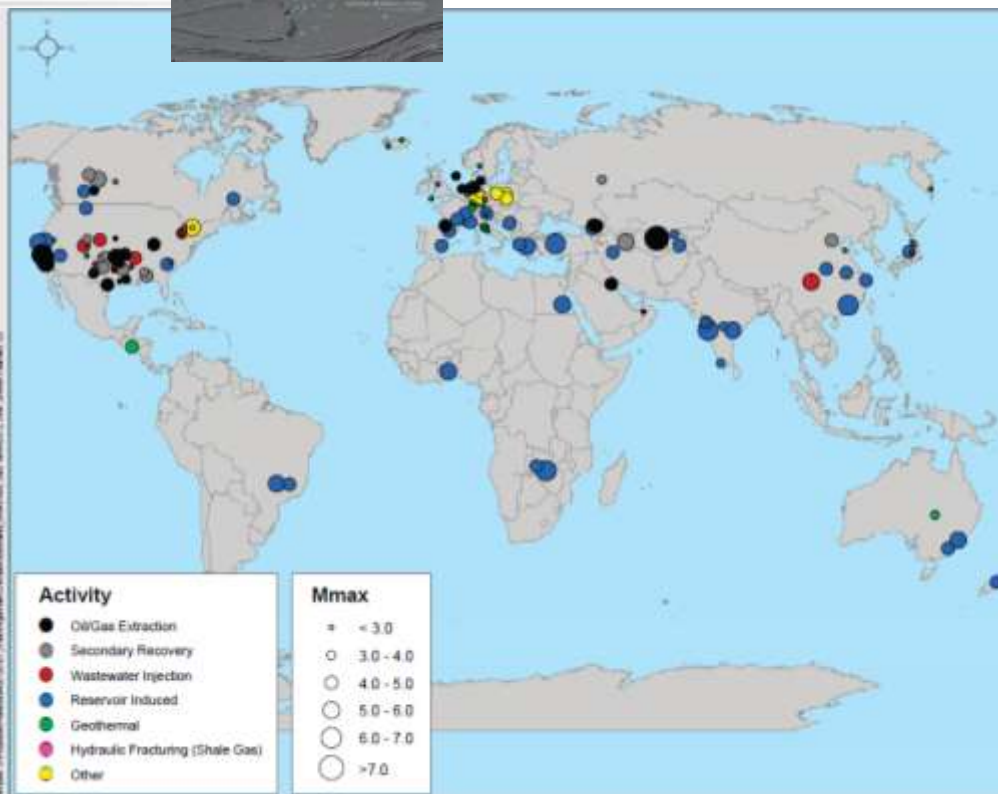
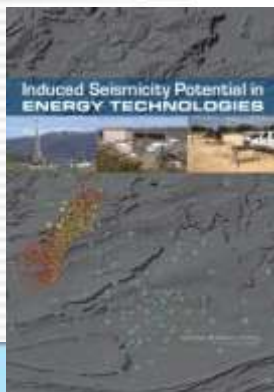
Aditivos Químicos Típicos usados na Água de Fraturamento

COMPOSTO	UTILIDADE	APLICAÇÃO
Ácidos	Facilita a dissolução de minerais e a iniciação da fissura na rocha (pré-fratura)	Produtos de limpeza de piscina
Cloreto de Sódio	Retarda a desagregação das cadeias poliméricas do gel	Sal de cozinha
Poliacrilamida	Minimiza a fricção entre o fluido e a tubulação	Tratamento de água, condicionador de solo
Etilenoglicol	Previne as incrustações na tubulação	Anti-freeze automotivo, agentes de degelo, produtos de limpeza
Sais de Borato	Mantém a viscosidade do fluido à medida que a temperatura aumenta	Detergentes de lavanderia, sabonete líquido, cosméticos
Carbonatos de Sódio e Potássio	Mantém a efetividade de outros componentes, como agentes de ligação cruzada	Produção de soda cáustica, detergentes, sabão, amaciantes de roupa, vidros e cerâmicas
Glutaraldeído	Elimina bactérias que podem estar presentes na água	Desinfetante, esterilização de equipamentos médicos e odontológicos
Goma de Guar	Ajuda a espessar a água para carrear a areia	Espessadores de cosméticos, pasta de dente, alimentos assados, sorvetes, e molhos
Ácido Cítrico	Previne a precipitação de óxidos de metais	Aditivos alimentícios, alimentos e bebidas, suco de limão
Isopropanol	Aumenta a viscosidade do fluido de fraturamento	Limpadores de vidro, antitranspirantes, tinturas de cabelo

FRATURAMENTO PODEM INDUZIR EVENTOS SÍSMICOS ?

EVENTOS SÍSMICOS INDUZIDOS

- Variação de pressão de poro superior a um limite crítico;
- volume líquido injetado deve ser de grande magnitude.



Magnitude de um evento sísmico:

- "Felt earthquakes" $5 > M > 3$
- "damaging earthquakes" $M > 5$.
- Microseisms as small as $M - 2$ are routinely recorded by local **seismometer arrays** during hydraulic fracturing operations.

Dr. Elizabeth A.Eide ,NRC

Induced Seismicity Potential in Energy Technologies - 2013

Figure 1 Worldwide locations of seismicity reported in the technical literature caused by or likely related to human activities, with the maximum magnitude reported to be induced at each site.]

Preocupações reais e percepções devem ser gerenciadas

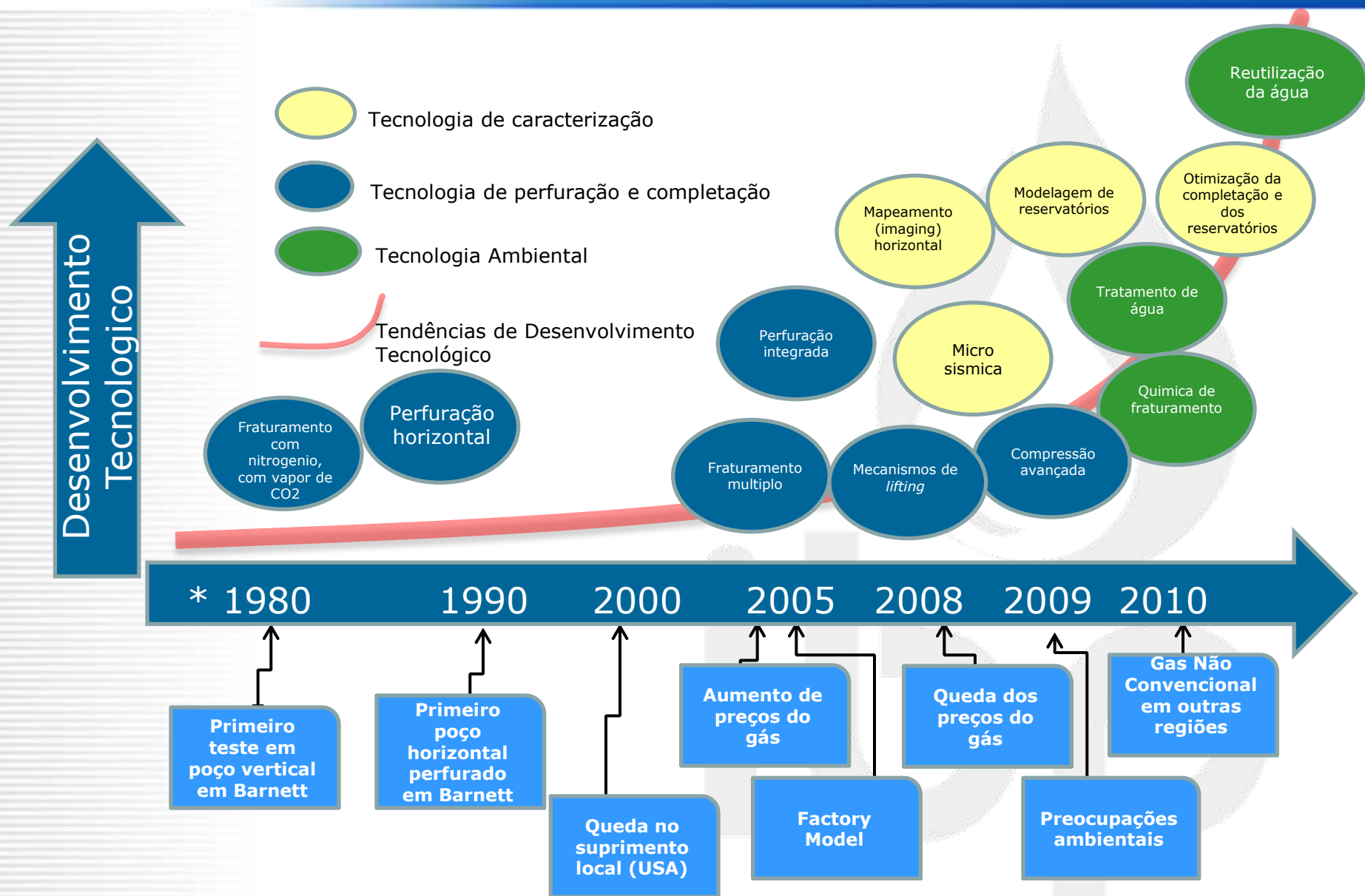
A sustentabilidade da indústria de petróleo é construída a partir do engajamento dos *stakeholders* e de parcerias

Governo e indústria podem aprender a partir da experiência desenvolvida em outros países



Exploração de Gás Natural

A evolução da inovação vem se acelerando



Fundamentos:

- ✓ **Ampla divulgação e ampla conscientização de todos os envolvidos;**
- ✓ **Ser realista nos riscos associados, no conhecimento disponível, no entendimento das áreas sensíveis e nos planos de mitigação;**
- ✓ **Regulação das atividades;**

[http://www.marathonoil.com/Social_Responsibility/Environmental Stewardship/Hydraulic Fracturing/](http://www.marathonoil.com/Social_Responsibility/Environmental_Stewardship/Hydraulic_Fracturing/)

<http://www.youtube.com/watch?v=VY34PQUiwOQ>

